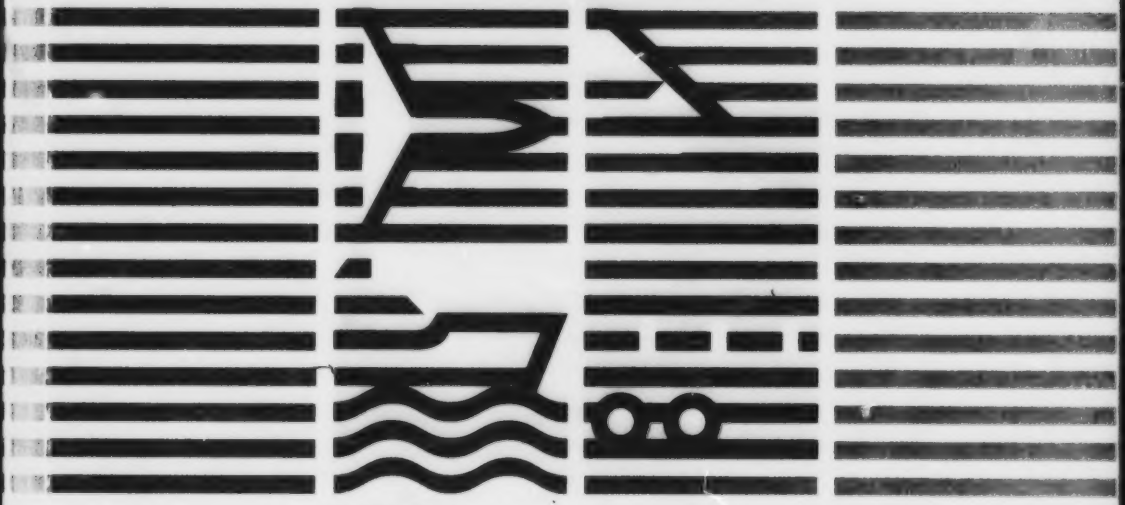
TP 1936F

CDT

RÉPERTOIRE DES PROJETS



1991
11e édition

Transports Canada Transport Canada

Centre de développement des transports
Groupe Politiques et Coordination

Canada

CDT Répertoire des projets

Centre de développement des transports
Groupe Politiques et coordination
Transports Canada

11e édition

Janvier 1991

91-05173/

Publié en vertu de l'autorisation
du Ministre des Transports
Gouvernement du Canada
© Approvisionnements et Services Canada

Catalogue No. T48-17/1991F
ISBN: 0-662-96807-7
ISSN: 0225-6444

Also available in English
under the title *TDC Project Directory*
Catalogue No. T48-17/1991E

Ministre
Transports Canada

Minister
Transport Canada

Il est vital que le Canada, son économie, son industrie et ses habitants puissent disposer d'un réseau de transports efficace et sûr. D'autant plus que, à l'orée des années 1990, la concurrence internationale dans le domaine des transports se manifestera avec plus de force que jamais.

Le Centre de développement des transports (CDT) de Transports Canada, est prêt à tenir ce pari de longue haleine grâce à son programme de recherche et de développement sur les transports.

Dans un esprit de concertation étroite avec les autres ministères fédéraux, les provinces, le secteur privé et les institutions universitaires, le CDT stimule la recherche et le développement de technologies avancées dans tous les modes de transport. En plus, le CDT assume les projets concernant l'accessibilité des transports et la protection de l'environnement. Ce Répertoire témoigne du succès de cette démarche associative.

En 1990, le CDT a célébré ses vingt ans d'existence. Même s'il a vécu de nombreux changements au cours de ces deux décennies, son mandat n'a guère varié — mettre au service du réseau canadien des transports des technologies éprouvées. Nous sommes persuadés que, par son action, le CDT contribuera à maintenir le Canada à la fine pointe de la technologie des transports dans les années à venir.

L'Honorable Doug Lewis
Ministre des Transports

AVANT-PROPOS

Ce répertoire annuel, le onzième de la série, traite des travaux de recherche et de développement du Centre de développement des transports (CDT) de Transports Canada. Dans cette édition, le Répertoire présente une sélection des études et des actions entreprises, et en cours, entre janvier 1989 et juin 1990. Il se divise en cinq chapitres correspondant aux cinq grands axes de R&D en transports auxquels le CDT s'intéresse : maritime, aérien, routier, ferroviaire et accessibilité des transports.

Pour chacun des projets décrits sont donnés la raison d'être, les objectifs fixés et les moyens mis en oeuvre, ainsi qu'un bref aperçu de l'état des travaux. Suivent le nom du ou des contractants, le calendrier prévu, la provenance des fonds et d'autres détails. Une liste des récentes publications du CDT figure à la fin de cet ouvrage.

TABLE DES MATIÈRES

CE QU'EST LE CDT 1

TRANSPORT MARITIME 3

Réglementation et sécurité

- Charge des glaces sur les systèmes propulsifs 6
- Modélisation dynamique des lignes d'arbres 7
- Atlas corrélatif des états de mer et des régimes de vent 8
- Normes sur les qualités manoeuvrières d'un navire 9
- Logiciel de simulation des qualités manoeuvrières 10
- Calcul de la dérive d'objets perdus en mer 11
- Bouée active largable des airs 12
- Radeau de sauvetage pour petits bateaux de pêche 13
- Détection et poursuite des nappes polluantes 14

Prévision du comportement dans les glaces

- Manoeuvrabilité des navires dans les glaces 15
- Propriétés des glaces et mécanismes de rupture 16
- Mesurage de la résistance des glaces modèles 17
- Interactions dynamiques hélices-glaces 18
- Prévision des interactions hélices-glaces 19

Amélioration des brise-glace

- Optimisation de la forme des coques 20
- Influence du rapport longueur/bau sur la résistance à l'avancement 21
- Évaluation d'un nouveau concept de proue 22
- Recherche sur la proue des navires SA-15 23
- Synthèse de la technologie des brise-glace 24
- Protection cathodique des coques 25
- Analyse de l'efficacité des stries 26

Systèmes de navigation

- Poste de navigation dans les glaces à bord du N.M. *Arctic* 27
- Système de navigation de précision par radar (NAVFIX/RANAV) 28
- SINADS II 29
- Télémesure de l'épaisseur des glaces 30

Automatisation et ergonomie

- Analyse vibratoire des machines de navires 31
- Spécifications des systèmes de commande des machines de navire 32
- Bilan comparatif des fibres optiques et des techniques classiques dans la transmission de données 33
- Organisation temporelle du travail à bord des navires de la GCC 34

TRANSPORT AÉRIEN 35

Sécurité des vols

- Certification de matériaux composites pour cellules d'aéronefs 38
- Exploitation expérimentale des radiobalises de détresse 39

TABLE DES MATIÈRES

Sécurité des vols (suite)

- Détection du givrage des avions au sol 40
- Recherche sur les agents dégivrants 41
- Essais des agents dégivrants 42
- Analyse des risques associés aux chaussées aéronautiques mouillées 43
- Calcul du coût des accidents d'avions 44
- Harnais de sécurité pour petits avions 45
- Détection des aéronefs en surcharge 46
- Feux stroboscopiques contre le péril aviaire 47

Navigation aérienne

- Système expert pour l'aménagement de l'espace aérien 48
- Circuits MMIC 49
- Équipement de surveillance du matériel MLS 50
- Interrogateur pour appareil de mesure précise des distances 51
- Localisation du centre de phase d'une antenne MLS 52
- Systèmes de navigation aérienne du futur 53
- Système expert pour prévisions météorologiques 54
- Enseignement assisté par ordinateur pour électroniciens 55
- Tomographie par magnéto-encéphalographie 56
- Système expert pour la résolution des conflits ATC 57
- Affichage des informations météorologiques en ATC 58
- Affichage en couleurs de l'information ATC 59
- Système d'entrée vocale pour postes ATC 60
- Étude des besoins en radionavigation au Canada 61

Sécurité des aéroports

- Détection d'explosifs par spectrométrie à mobilité ionique 63
- Contrôle radioscopique automatisé des bagages 64
- Module de désorption sélective au laser 65
- Filtrage de sécurité des passagers 66

Exploitation aéroportuaire

- Prévision de la capacité des pistes à l'aéroport de Vancouver 67
- Étanchéisation des affleurements ardoisiers pyritifères 68
- Choix des stratégies en matière de gestion du bruit des aéroports 69
- Circuits d'atterrissage des petits avions 70

Technologie et concepts de pointe

- Optimisation aérodynamique des nacelles 71
- Projet canadien d'appareil à rotors basculants 72

TRANSPORT ROUTIER 73

Systèmes d'exploitation

- Survol des techniques en électronique automobile 77
- Système expert d'aide à l'affectation des véhicules routiers 78
- Ordinateur de bord 79
- Système expert : transport des marchandises dangereuses 80

TABLE DES MATIÈRES

Infrastructure

- Programme stratégique de recherche routière du Canada 81
- Identification automatique de poids lourds 82
- Système de pesage embarqué 83

Sécurité des poids lourds

- Évaluation des freins antiblocage 84
- Dispositifs antimise en charnière des véhicules articulés 85
- Recherche sur la stabilité des camions-citernes 86
- Système expert sur la stabilité dynamique 87

Transport de personnes

- Démonstration de l'autocar articulé Prévost 89
- Autocar allongé complètement adapté 90
- Faisabilité du multiplexage dans les autocars 91

Technologie des poids lourds

- Recherche sur les semi-remorques à essieux relevables 92
- Tracteur tridem pour le transport forestier 93
- Épandeuse de sel allégée 94

Économies d'énergie et carburants de substitution

- Recherche sur la consommation des poids lourds 95
- Recherche sur les lubrifiants 96
- Transmission Ker-Train à rapport variable 97
- Réduction des émissions d'oxydes d'azote 98
- Caractérisation des moteurs diesels brûlant du méthanol pur et à allumage par bougie incandescente 99
- Examen des bouteilles de gaz naturel par émission acoustique 100
- Conversion des autobus au gaz naturel 101
- Accumulateur de traction routière 102

Gestion du trafic et des transports en commun

- Système intégré de gestion du trafic routier 103
- Mise en service du système intégré d'information sur les transports 104

TRANSPORT FERROVIAIRE 105

Appui à la réglementation

- Connaissements électroniques pour le transport des marchandises dangereuses 109
- Modélisation du comportement thermique des wagons-citernes 110
- Évaluation de l'Opération Gareautrain 111

Systèmes avancés de commande des trains

- Étude d'un ASIC pour SACT 112
- Sûreté des SACT 113

TABLE DES MATIÈRES

Technologie de la sécurité

- Radar embarqué pour la détection d'obstacles sur la voie 114
- Recherche sur l'infrastructure des voies ferrées 115
- Vision artificielle au laser pour l'auscultation des rails 116
- Mesure des contraintes résiduelles dans les rails 117

Rendement énergétique et carburants de substitution

- Économiseur de carburant pour locomotives 118
- Wagon charbonnier en aluminium à tare réduite 119

Évaluation des technologies ferroviaires

- Modèle de calcul des plates-formes ferroviaires 120
- Chemisage des cylindres des moteurs diesels 121

Liaisons ferroviaires urbaines et interurbaines

- Bogie mécano-soudé pour trains rapides 122
- Caisse de voiture métro grand gabarit 123
- Moteur linéaire à induction : électronique de commande 124

ACCESSIBILITÉ DES TRANSPORTS 125

Accessibilité des moyens de transport

- Autocar allongé accessible aux handicapés 129
- Inauguration du premier autocar complètement adapté 131
- Mise au point d'un taxi accessible 133
- Embarquement des passagers en fauteuil roulant dans les petits aéroports 134
- Accessibilité des petits avions 135
- Accessibilité des traversiers 136

Sécurité

- Prototype de simulateur de conduite automobile 137
- Normes concernant les fauteuils roulants transportables 138

Communication et orientation

- Système d'information des usagers du métro 139
- Démonstration du système HandyLine 140
- Base de données sur les personnes âgées et handicapées du Canada 141
- Aides aux voyageurs malvoyants ou malentendants 142
- Améliorer le sort des voyageurs souffrant d'un handicap cognitif 143
- Évaluation des systèmes d'information des voyageurs 144

LISTE DES RAPPORTS 145

CE QU'EST LE CDT

Fondé à Montréal en 1970, le Centre de développement des transports (CDT) est le service compétent de Transports Canada en matière de R&D en transports. Son équipe multidisciplinaire de chercheurs – ingénieurs, ergonomistes, économistes et planificateurs organisés en cinq grandes divisions – définit, lance, pilote, pour ensuite en rendre compte, une moyenne de 300 projets de recherche par an. Financés pour la plupart selon le principe du partage des coûts avec les autres ministères fédéraux, d'autres paliers de gouvernement et le secteur privé, ces projets, qui couvrent l'ensemble des modes, systèmes et technologies de transport, sont impartis à diverses entreprises spécialisées appartenant surtout au secteur privé.

Partie intégrante de la Direction générale de la Recherche et du développement, Groupe Politiques et coordination, le CDT met en oeuvre le Programme central de R&D de base de Transports Canada, fondé sur une politique favorisant un financement ferme et soutenu de la R&D et destinée à répondre aux besoins du ministère et du secteur des transports par la **R&D exploratoire** qui englobe la recherche générique sur les technologies de base applicables aux transports et sur l'application des technologies émergentes; la **R&D d'applications à long terme** qui fait appel à l'innovation pour trouver des solutions aux divers problèmes d'exploitation, de réglementation ou d'équipement du ministère; et la **R&D sectorielle** qui s'intéresse aux questions de sécurité, de productivité, de compétitivité et d'environnement.

Le CDT est aidé et guidé dans sa tâche par le Conseil de recherche et de développement, qui reflète les besoins et les priorités du gouvernement en matière de R&D. Ce Conseil, présidé par le directeur général, Recherche et développement, représente les grands groupes fonctionnels de Transports Canada, c'est-à-dire Aéroports, Aviation, Marine, Surface, Sécurité et planification d'urgence. De plus, le CDT est à l'écoute de ses partenaires par le truchement des conseils consultatifs modaux dont le but est de l'aider à définir les objectifs, à se tenir au courant de l'évolution dans le monde scientifique et technique et à lancer les actions convenues.

Par ailleurs, le CDT participe à des travaux de R&D à l'appui des programmes spéciaux suivants : Programme de transport des personnes handicapées; Programme de R&D énergétiques du gouvernement fédéral; Entente Canada-Québec de développement économique et régional. Le CDT peut compter sur un service de publications dynamique et une bibliothèque technique très bien fournie en matière de transports. Le premier distribue en moyenne 130 ouvrages par an, qu'il s'agisse de rapports techniques ou de documents à caractère informatif sur le programme de R&D du CDT. Quant à la bibliothèque Judith-Nogrady, elle compte quelque 18 000 ouvrages et rapports, 450 périodiques et revues, elle dispose d'une audiovidéothèque qui ne cesse de s'enrichir. Enfin, elle est rattachée au système de recherche bibliographique automatisée UTLAS qui lui permet d'accéder au fonds documentaire d'un grand nombre de bibliothèques canadiennes.

TRANSPORT MARITIME

TRANSPORT MARITIME

Le programme de R&D en technologie maritime est axé sur la conception des navires, et sur la réglementation et la sécurité de la navigation dans les eaux canadiennes. Actuellement, il poursuit le double objectif de renforcer la sécurité de la navigation dans les eaux chargées de glaces et de prolonger la saison de navigation dans les eaux tempérées. Accessoirement, il vise l'évaluation de nouveaux produits et systèmes pour le compte de la Garde côtière canadienne (GCC).

Réglementation et sécurité

Cette partie du programme intéresse la navigation arctique et classique, la recherche et le sauvetage, la sécurité des navires et la protection de l'environnement. Dans ce domaine, Transports Canada a pour mandat principal de rendre la navigation maritime aussi sûre que possible. Le programme de R&D du CDT appuie directement la Loi sur la prévention de la pollution des eaux dans l'Arctique, qui vise à protéger l'écosystème arctique, très vulnérable. Il s'agit de faire en sorte que la réglementation permette de réaliser cet objectif sans entraver les opérations commerciales dans cette région.

La recherche vise à améliorer la sécurité et le rendement des systèmes propulsifs qui équipent les brise-glace de la GCC. Une fois connus, les résultats de cette recherche pourront être intégrés aux systèmes actuels ou à l'étude et, le cas échéant, à la Loi sur la prévention de la pollution des eaux dans l'Arctique. La recherche porte actuellement sur l'affinement des modèles mathématiques permettant de prédire le comportement des lignes d'arbres et des hélices et leurs réactions aux glaces.

La GCC a pour mandat d'assurer des services de recherche et de sauvetage sûrs et efficaces. En plus de contribuer à sauver des vies, les nouvelles technologies pourraient aussi rendre ces opérations plus économiques en diminuant les temps d'intervention. L'effort de recherche du CDT porte principalement sur les courants de dérive et l'amélioration des techniques de détection.

La protection de l'environnement est un créneau que le CDT occupe depuis peu. Ayant pour mandat de préserver l'environnement marin du pays, Transports Canada doit réduire au minimum les causes de pollution et réagir rapidement en cas de danger. Les recherches dans ce domaine portent sur les techniques de détection et de poursuite des déversements (surnageants ou entre deux eaux).

Prévision du comportement dans les glaces

Cette section du programme fait l'objet de recherches soutenues. Celles-ci doivent déboucher sur des formes de coque et des systèmes propulsifs permettant aux navires d'évoluer de manière satisfaisante aussi bien dans des glaces uniformes que dans des champs de glace parsemés de crêtes de pression.

L'interaction dynamique hélice-glaces et l'aptitude à franchir les crêtes de pression font l'objet d'une modélisation plus approfondie visant à déterminer les puissances qu'il faut mettre en oeuvre selon l'épaisseur et la résistance des glaces. Il s'agit également de faire la corrélation entre les valeurs théoriques de la résistance des glaces et les valeurs réelles obtenues par des essais en vraie grandeur.

Amélioration des brise-glace

La recherche vise à définir les formes de coque répondant le mieux à la complexité des manoeuvres requises pour opérer dans les glaces et aux conditions glacielles de l'Arctique. Une navigation maritime sûre est un impératif, étant donné la vulnérabilité de l'environnement arctique. Approfondir les caractéristiques des diverses formes

de coque, affiner les modèles analytiques de prévision, expérimenter divers appendices de poupe servant à améliorer les performances d'une coque et faire la synthèse des caractéristiques géométriques des coques de navires marchands et de brise-glace de la GCC, tels sont les objectifs de la recherche. D'autres études portent aussi sur l'optimisation de l'architecture des navires-citernes devant naviguer dans l'Arctique. Conjuguées aux recherches sur l'influence du rapport longueur/bau sur la résistance à l'avancement dans les glaces, elles mèneront à la conception d'une nouvelle famille de cargos brise-glace.

Systèmes de navigation

Le Canada est le chef de file mondial en matière de technologies de navigation dans les glaces sans lesquelles la navigation commerciale toute l'année durant dans l'Arctique serait impossible. Le Système intégré de navigation maritime de bord (SINSS), fruit d'une recherche étalée sur cinq ans et financée par le CDT, est le premier système commercial de navigation dans les glaces à entrer en service au monde.

Les systèmes électroniques d'affichage des cartes de navigation ont profondément modifié les techniques de navigation dans les eaux côtières ou les eaux confinées : lacs, ports. Quelle que soit la méthode utilisée pour la détermination du point, tout système de navigation moderne nécessite un ordinateur et un système d'affichage électronique des cartes. Pour sa part, le CDT s'est attelé à la tâche de faire avancer la recherche sur tous ces systèmes. Les plus récents travaux visaient à développer les systèmes de visualisation par surimposition de l'imagerie radar sur la carte de navigation affichée et des visuels électroniques perfectionnés.

Automatisation et ergonomie

Cette partie du programme intéresse l'automatisation des commandes, les systèmes embarqués de maintenance prédictive et les réseaux de communication internes. La recherche sur l'automatisation des commandes peut avoir un effet direct sur le coût des opérations maritimes : entretien et équipage réduits. L'effort de recherche vise surtout les nouvelles techniques informatiques et de communications et l'intégration des systèmes de bord, de manière à mettre progressivement en place un programme de maintenance prédictive au lieu de l'actuel programme d'entretien systématique. D'autre part, des études ergonomiques sur l'organisation temporelle du travail proposeront des solutions permettant une meilleure utilisation des équipages.

Charge des glaces sur les systèmes propulsifs

Lorsque la tuyère d'un brise-glace vient à être obstruée par des fragments de glace, comme il arrive parfois, la charge exercée sur l'hélice produit d'importantes variations de poussée et de couple moteur, en plus de solliciter fortement les paliers. Alors que les études antérieures n'ont fait que constater cet état de choses, celle-ci a cherché à approfondir l'amplitude de ces variations, ainsi que leur effet sur une ligne d'arbres terminée par une hélice sous tuyère. L'objectif était l'obtention de données quantitatives et descriptives permettant de mieux appréhender la réponse de la ligne d'arbres, de la tuyère et des paliers aux charges exercées. Ces données, ajoutées à celles fournies par des essais antérieurs concernant d'autres navires, serviront à étayer la réglementation et la mise au point de techniques de modélisation dynamique permettant de calculer les charges sur les différents organes du système propulsif des brise-glace.

Les essais en vraie grandeur ont eu lieu à bord du N.M. *Ikaluk*, un brise-glace de classe 4. Une chaîne de mesure unique en son genre a été étudiée et installée pour mesurer les contraintes dynamiques exercées sur la ligne d'arbres et la tuyère de bâbord.

La chaîne de mesure a bien fonctionné, fournissant des données abondantes, dans un format facilement exploitable par les dispositifs de traitement et d'analyse assistés par ordinateur. Ces données ont permis de mettre en rapport le couple à l'arbre et la poussée correspondante avec les déplacements de l'arbre et les réactions à l'intérieur des paliers. Le mesurage de l'apport de la tuyère à l'effort propulsif total a constitué un résultat particulièrement intéressant.

Contractant : Fleet Technology Ltd., Calgary (Alberta)
Rapport : non accessible en raison des informations privilégiées qu'il renferme
Durée : mai 1989 - juin 1990
Financement :

Programme de R&D énergétiques	289 593 $
CDT	287 873 $
Total	577 466 $

Numéros de projet : 7262, 7264, 7336
Numéro de dossier : 1460-279
Agent de projet : Pierre L. Sémery

Hélice de brise-glace protégée par une tuyère.

Modélisation dynamique des lignes d'arbres

Un certain nombre d'essais en vraie grandeur concluants, réalisés ces dernières années, ont permis de caractériser le comportement des systèmes propulsifs des brise-glace. Pour la plupart, ces essais devaient permettre de constituer une base expérimentale solide à l'élaboration et la validation de techniques de modélisation numérique permettant de faire des prévisions sur le comportement de diverses configurations des lignes d'arbres. Les progiciels ainsi obtenus devraient servir non seulement à fournir des données quantitatives sur les charges sollicitant les principaux organes d'un système propulsif, les paliers, par exemple, mais aussi à restituer le comportement dynamique global observé dans des conditions réelles.

La recherche a débouché sur un progiciel appelé « Shaft Modeling Tool Kit » pour le traitement des données de mesure en vraie grandeur et pour la réalisation de modèles numériques permettant d'analyser et de caractériser les systèmes propulsifs (arbres et hélices) renforcés pour la navigation dans les glaces. Il s'agit d'un ensemble de programmes informatiques fonctionnant sur ordinateurs IBM PC/AT et compatibles, offrant les fonctions suivantes : traitement des données en vraie grandeur concernant plusieurs navires de cote arctique; affichage sous forme de tableaux des valeurs stipulées dans la Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques par les navires, à l'égard des systèmes propulsifs (machines, lignes d'arbres et hélices); modélisation analytique de types généraux de systèmes propulsifs pour l'étude des forces de torsion et de poussée ainsi que des défauts d'alignement dynamiques et statiques; modélisation analytique des vibrations que font naître les forces de torsion, axiales et transversales. Le progiciel sert actuellement à l'étude de systèmes propulsifs pour la navigation dans les glaces. Il s'agit d'un outil de conception extrêmement utile puisqu'il permet à l'utilisateur de chiffrer en quelques minutes la réponse dynamique d'un système propulsif. Des fonctions graphiques de qualité supérieure permettent également d'évaluer les résultats fournis par le modèle en comparant les graphiques force-temps aux données en vraie grandeur.

Contractant : Fleet Technology Ltd., Calgary (Alberta)
Rapport : TP 9647E, Modelling of ice class shafting and propeller systems, Fleet Technology Ltd., 1988
Durée : septembre 1987 - avril 1989
Financement : 266 000 $
Numéro de projet : 6946
Numéro de dossier : 1460-241-1
Agent de projet : Pierre L. Sémery

Résultat typique du passage d'un gros fragment de glace sous une hélice non protégée.

Atlas corrélatif des états de mer et des régimes de vent

La recherche consiste à faire la synthèse des données sur les états de mer et les régimes de vent pour la région des Grands Lacs, le golfe du Saint-Laurent et le littoral Est du Canada, pour en tirer un atlas corrélatif dont se serviront les instances réglementaires et les bureaux d'architecture navale afin de calculer la résistance des navires devant opérer dans les eaux territoriales du Canada. Cet atlas aidera également à l'élaboration de critères de résistance et des règles d'exploitation fiables permettant de dégager et de chiffrer les marges de sécurité à intégrer aux calculs.

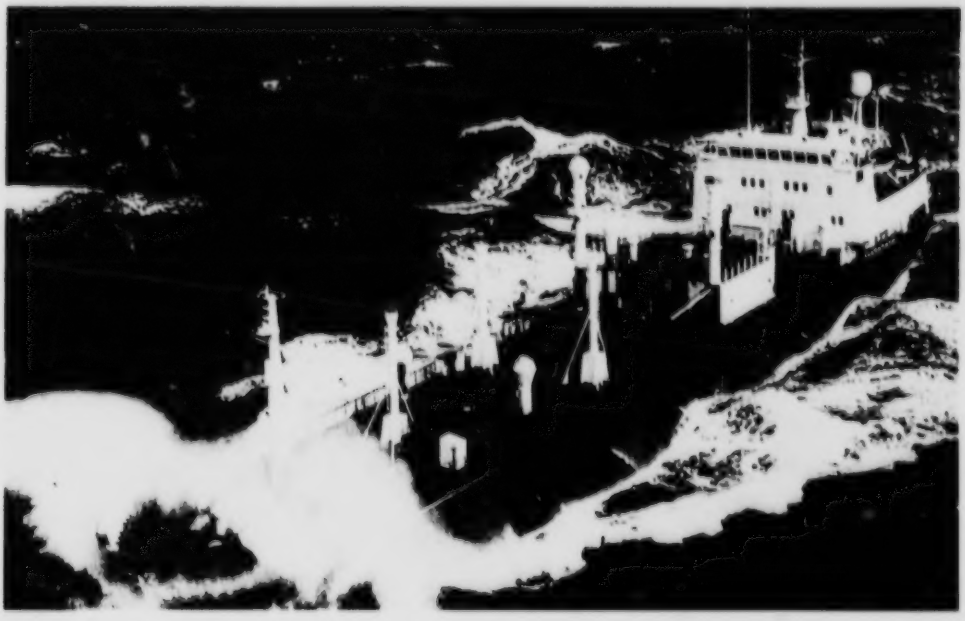
Il a fallu constituer, à partir de l'information météorologique accumulée au jour le jour, une base de données destinée à combler les lacunes dans les archives existantes concernant le golfe du Saint-Laurent et le littoral Est. Quant à la région des Grands Lacs, l'information la concernant et s'étendant sur 32 années a été fournie par l'U.S. Corps of Engineers des États-Unis.

Publié en trois tomes – Littoral Est, golfe du Saint-Laurent et région des Grands Lacs – l'atlas sera le plus complet et le plus actuel des documents de son genre pour les trois régions visées. Il servira de fondement scientifique à l'élaboration de critères de calcul pour la construction de navires hors mer capables d'affronter les eaux du golfe et au-delà. Outre Transports Canada, la clientèle de l'atlas se recrute parmi les constructeurs de plates-formes de forage en mer, les bureaux d'architecture navale et les armateurs.

Contractant : MacLaren Plansearch Ltd., Halifax (Nouvelle-Écosse)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : décembre 1987 - mars 1991
Financement :

CDT	173 208 $
Programme de R&D énergétiques	58 612 $
Garde côtière canadienne	30 000 $
Total	261 820 $

Numéros de projet : 6894, 7419, 7451
Numéro de dossier : 1460-140-3
Agent de projet : Thomas Peirce



Normes sur les qualités manoeuvrières d'un navire

Pour donner suite aux recommandations de l'Organisation maritime internationale concernant l'élaboration de normes définissant les qualités manoeuvrières des navires en service et permettant de vérifier celles des navires devant entrer en service, la présente recherche a eu pour objet la mise au point d'une méthode pour la collecte et l'archivage systématiques des données pertinentes. Mais l'objectif général était de trouver et de valider une méthode pour la prévision des caractéristiques manoeuvrières d'un navire à l'étape des études préliminaires.

Les chercheurs ont d'abord comparé les résultats obtenus par cette méthode analytique à la base de données existante, diffusée à l'échelle mondiale, ainsi qu'aux résultats des essais effectués en mer.

Ils ont ensuite sélectionné un algorithme de simulation dans le domaine temporel et deux séries d'équations empiriques sur les caractéristiques manoeuvrières dans les giratations, les zigzags, les spirales et les renversements de vapeur. Une bonne corrélation a pu être obtenue entre les résultats théoriques et ceux des essais d'un cargo hors mer et d'un traversier. Bien que cette méthode ne puisse pas être considérée comme un outil de calcul pouvant se substituer à ceux dont on se sert encore pour l'étude d'un navire devant posséder des qualités manoeuvrières conformes aux critères établis, il reste cependant qu'elle permet de procéder à la vérification des données tirées d'essais en haute mer de toute une gamme de navires.

Contractant : German and Milne Inc., Ottawa (Ontario)

Rapport : TP 9551E, Development of Canadian and international manoeuvring standards, German and Milne Inc., 1989

Durée : février 1988 – mars 1989

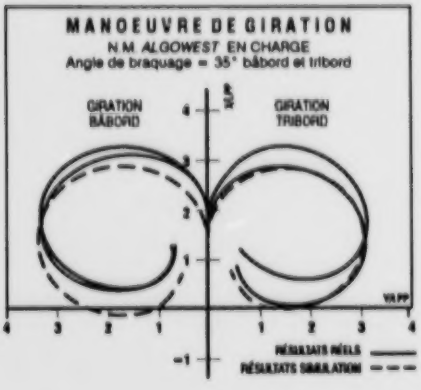
Financement :

Approvisionnements et Services Canada	69 000 $
CDT	68 975 $
Total	137 975 $

Numéros de projet : 7015, 7017

Numéro de dossier : 1460-259

Agent de projet : Michael A. Stenson



Trajectoire suivie par le N.M.* Algowest *durant les essais de giration.

***Le N.M.* Atlantic Freighter**

Bouée active largable des airs

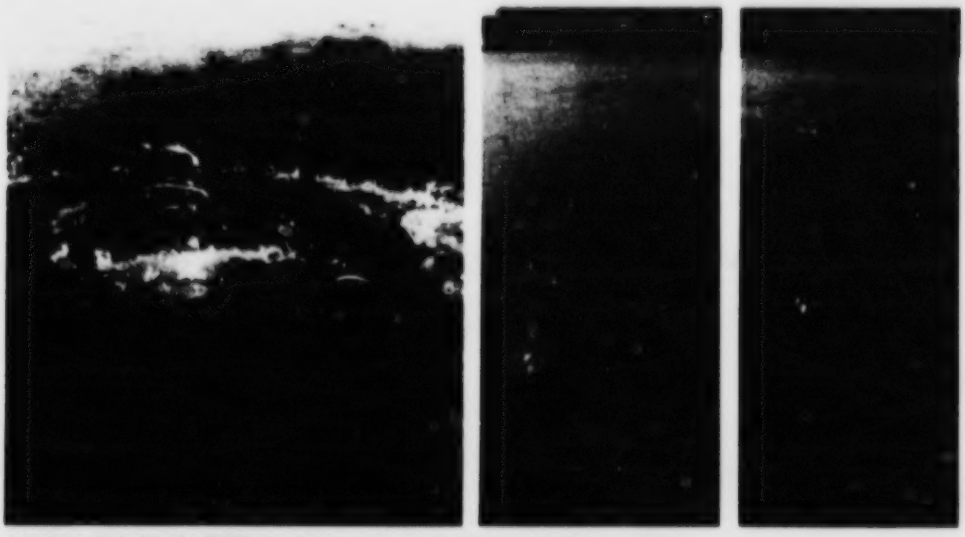
Les programmes d'aide à la planification des opérations de recherche et de sauvetage en mer, tel le CANSARP (Canadian Search and Rescue Planning Program), pèchent par un manque de précision attribuable à une mauvaise interprétation de l'erreur due au courant de dérive. Or, devant les graves faiblesses dans les prévisions reposant sur les connaissances océanographiques actuelles, et face aux incertitudes entourant l'amplitude réelle des courants de dérive, seule une information donnée en temps réel permettra de bien délimiter le secteur où une opération de recherche pourra être menée avec des chances de succès. Cette information pourra être fournie par la bouée qui forme l'objet de la présente recherche et qui permettra justement de réduire les marges d'erreur, d'accroître les chances de succès et de rendre ces opérations moins coûteuses. La bouée envisagée aura une liaison radio la reliant aux satellites du réseau de positionnement global ou GPS.

Le contractant a réalisé cinq modèles de validation de principe de cette bouée à voilure (DMB) permettant la simulation de deux modes de dérive : celle d'un objet soumis à la seule dérive due au vent, un radeau de sauvetage sans occupants, par exemple, ou celle d'une personne tombée à l'eau et livrée à la dérive due aux courants de surface. Les bouées comportent une radiobalise VHF, des commandes de gonflage à électrovalve, des commutateurs, un microcontrôleur et un bloc-piles. Les autres dispositifs qui équiperont les versions ultérieures seront pour le moment remplacés par des masses fictives.

Contractant : Seimac Ltd., Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : décembre 1989 - décembre 1990
Financement :

Garde côtière canadienne	197 000 $
CDT	52 000 $
Total	249 000 $

Numéros de projet : 7435, 7436, 7437
Numéro de dossier : 1460-294
Agent de projet : Louis A. Poulin



Largage de la bouée DMB, bouée en voie de gonflage et bouée en place.

Radeau de sauvetage pour petits bateaux de pêche

La pêche commerciale procure du travail à 80 000 Canadiens. Comme la saison de pêche est très courte, les pêcheurs sont portés à sortir au large même par mauvais temps, souvent au péril de leur vie. Une loi est à l'étude, obligeant les petits bateaux de pêche à avoir à bord des radeaux de sauvetage en nombre suffisant. D'où la nécessité d'un radeau amélioré et économique en même temps.

Cette recherche vise la réalisation d'un prototype de radeau gonflable adapté aux petits bateaux de pêche, facile d'entretien, moins encombrant et plus économique que les radeaux sur le marché, de taille comparable. Ce prototype incorpore les nouveautés suivantes :

- assemblage en deux parties, de manière à séparer les éléments nécessitant un entretien régulier des autres, et à permettre à des agents qualifiés de faire l'entretien à bord, à intervalle plus espacé et sans grand travail de dépose;
- coffre étanche à l'air et à l'eau, moins encombrant que le coffre de rangement actuel en fibres de verre;
- marche d'embarquement intégrée permettant d'utiliser une bouteille de plus petite capacité pour le gonflage;
- tente escamotable pour faciliter entrée et sortie;
- gonflage à l'air comprimé au lieu du CO_2 habituellement utilisé;
- bouteille en aluminium renforcé de fibres de verre dont la charge peut se faire chez les fournisseurs de matériel de plongée;
- stabilisateur à ancre flottante adaptable également aux radeaux sur le marché.

Contractant : Dunlop-Beaufort Canada Ltd., Richmond (Colombie-Britannique)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : novembre 1989 - novembre 1990
Financement : 224 018 $
Numéros de projet : 7351, 7352
Numéro de dossier : 1460-288
Agent de projet : Michael A. Stenson

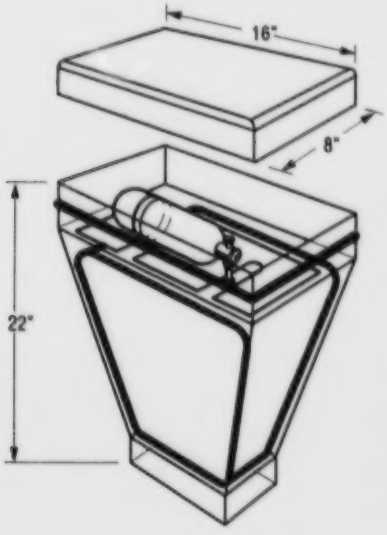


Schéma d'un coffre en deux pièces pour radeau de sauvetage.

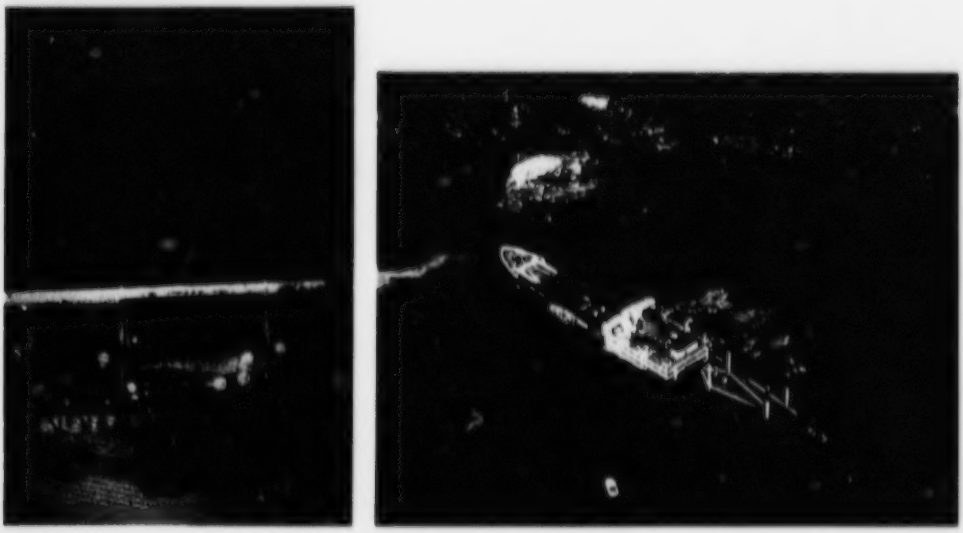
Détection et poursuite des nappes polluantes

La protection de l'environnement marin est devenue un enjeu international, face au danger réel que constituent les déversements de polluants, tels les hydrocarbures. L'affaire du pétrolier *Exxon-Valdez* montre à quel point l'environnement est vulnérable et illustre bien l'insuffisance des mesures pour la récupération des quantités déversées. Même dans des conditions météo favorables, la récupération ne dépasse guère 10 p. 100 de celles-ci, le reste étant soumis à un lent processus de transformation dans l'environnement. En effet, les résidus devenant de plus en plus denses finissent par immerger et, subissant l'action des courants profonds, ils se mettent à dériver dans des directions autres que celles des nappes flottantes, d'où la nécessité de techniques spéciales pour en connaître les trajectoires.

La première phase de cette recherche consiste à approfondir les conditions menant à l'immersion des déversements et à rechercher les techniques susceptibles de détecter les nappes entre deux eaux et d'en suivre les déplacements. Les techniques retenues seront évaluées et utilisées dans le cadre d'un projet pilote subséquent, faisant appel à des recherches en mer.

Contractant : Monenco Consultants Ltd., Calgary (Alberta)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : mars 1990 – mars 1991
Financement : 35 000 $
Numéro de projet : 7520
Numéro de dossier : 1450-161
Agent de projet : Thomas Peirce

Séparation d'une nappe de pétrole immergée en gouttes de différentes tailles.



Manoeuvrabilité des navires dans les glaces

Les recherches menées au Canada au cours de la dernière décennie sur la conception des brise-glace ont mis en évidence l'utilité de certaines caractéristiques – renflements, avant à cuiller, arrière échancré – et techniques – inclinaison sur les côtés – pour améliorer l'aptitude à avancer dans les glaces, surtout de forte épaisseur. Par contre, on a aussi constaté qu'une longue section médiane rectangulaire produisait l'effet contraire.

Bien que les performances d'un certain nombre de brise-glace aient pu être analysées individuellement, rien n'a encore été fait pour colliger l'information disponible dans ce domaine, l'analyser et en faire la synthèse. Ayant fait la synthèse de toutes les connaissances que l'on a maintenant en mains, il devrait être possible d'élaborer des critères permettant d'apprécier les qualités manoeuvrières de divers types de navires, dans des conditions de service variées. De plus, le prestige du Canada serait renforcé si cette base de données unique en son genre pouvait déboucher sur un modèle mathématique permettant de soutenir la recherche sur de nouvelles familles de cargos brise-glace capables de naviguer dans les eaux arctiques, l'année durant. La recherche a donc consisté à mettre au point des méthodes d'essais sur maquettes et de modélisation numérique, permettant de faire des prévisions sur les qualités giratoires de trois brise-glace représentant une gamme complète de formes de coque, tailles, systèmes propulsifs et formes d'appareils à gouverner. Ensuite ces résultats analytiques ont été confrontés aux caractéristiques giratoires réelles de ces mêmes navires. La synthèse de ces résultats servira à l'élaboration d'un modèle mathématique pour la prévision des caractéristiques giratoires des brise-glace conçus pour naviguer dans des glaces uniformes intactes.

Contractant : Fleet Technology Ltd., Kanata (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : mars 1989 - mars 1991
Financement : 340 441 $
Numéro de projet : 7243
Numéro de dossier : 1460-276
Agent de projet : Thomas Peirce

Propriétés des glaces et mécanismes de rupture

Tout progrès dans la recherche sur la résistance des glaces est largement conditionné par l'aptitude à fabriquer une glace modèle reproduisant aussi fidèlement que possible les propriétés des glaces réelles ainsi que les mécanismes de rupture complexes induits lors des déglaçages. À l'heure actuelle, nombreux sont ceux qui mettent en doute l'adéquation, sous ce rapport, des glaces modèles couramment utilisées. D'où la nécessité de la présente recherche visant à normaliser les propriétés des glaces modèles et leur résistance à la rupture.

Dans le but de dégager l'ensemble des propriétés significatives des glaces, et de reproduire de manière fidèle les interactions qui se produisent entre celles-ci et la coque d'un navire, les chercheurs comptent réaliser un montage d'essai portable grâce auquel les propriétés d'une nappe de glace naturelle pourront être étudiées sur le terrain. Le montage comporte une plaque métallique orientable censée représenter la proue du navire contre laquelle frottent les glaces. Ces expérimentations reproduiront les essais sur maquette dans une glace modèle, dans le but d'approfondir les mécanismes de rupture les plus importants.

Les premières expériences menées dans une glace modèle ont mis en évidence de nouvelles et très intéressantes hypothèses sur la part qui peut être attribuée à telle ou telle propriété des glaces dans la quantité totale d'énergie que celles-ci absorbent avant d'atteindre le point de rupture.

Contractant : Arno Keinonen Arctic Consulting Inc., Calgary (Alberta)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : février 1990 - avril 1991
Financement :

CDT	170 112 $
Programme de R&D énergétiques	150 000 $
Total	320 112 $

Numéros de projet : 7438, 7439
Numéro de dossier : 1460-297
Agent de projet : Ian M. Bayly

Essais préliminaires : fragments en forme de coin résultant de la rupture des glaces.

Mesurage de la résistance des glaces modèles

Pour être fiables, les essais sur maquette dans les bassins de glace doivent être effectués dans des glaces modèles dont les caractéristiques mécaniques sont bien connues. D'où l'importance du mesurage de ces caractéristiques et des variations qu'elles peuvent avoir tout au long du bassin. Jusqu'ici, on devait prélever des spécimens de la glace modèle juste avant et après les essais. Or cette méthode est non seulement laborieuse, mais elle se limite ordinairement à la détermination de la résistance à la rupture en flexion de la glace, les autres paramètres de résistance, au cisaillement et à l'écrasement, étant calculés proportionnellement.

Avec le concours du CDT et de l'Institut de dynamique marine du Conseil national de recherches, la Melville Shipping Ltd. a réalisé un appareil qui permet de mesurer en continu les caractéristiques mécaniques d'une glace modèle tout au long du bassin. L'Indexer, tel est le nom donné à cet appareil, comporte des éléments susceptibles de briser la glace en flexion, cisaillement et compression, les plaques provoquant ces modes de rupture pouvant avoir des largeurs, des angles d'inclinaison et des positions relatives variables.

Le mesurage de ces caractéristiques étant quasi simultané aux essais eux-mêmes, les chercheurs ne sont plus astreints, comme ils l'étaient jusqu'ici, à des calculs pour connaître par interpolation ou extrapolation les valeurs de résistance de la glace au moment même des essais. De plus, ils disposent d'une gamme plus étendue de données qui déboucheront sur des résultats beaucoup plus exacts ne pouvant qu'améliorer les prévisions concernant les performances des navires de cote arctique.

Contractant : Melville Shipping Ltd., Ottawa (Ontario)
Rapport : TP 10486E, Ice strength indexer – Phase III, Melville Shipping Ltd., 1990
Durée : janvier 1989 - juin 1990
Financement :

CDT	81 324 $
Conseil national de recherches	20 000 $
Total	101 324 $

Numéros de projet : 7195, 7196
Numéro de dossier : 1460-226-2
Agent de projet : Neil R. Gore

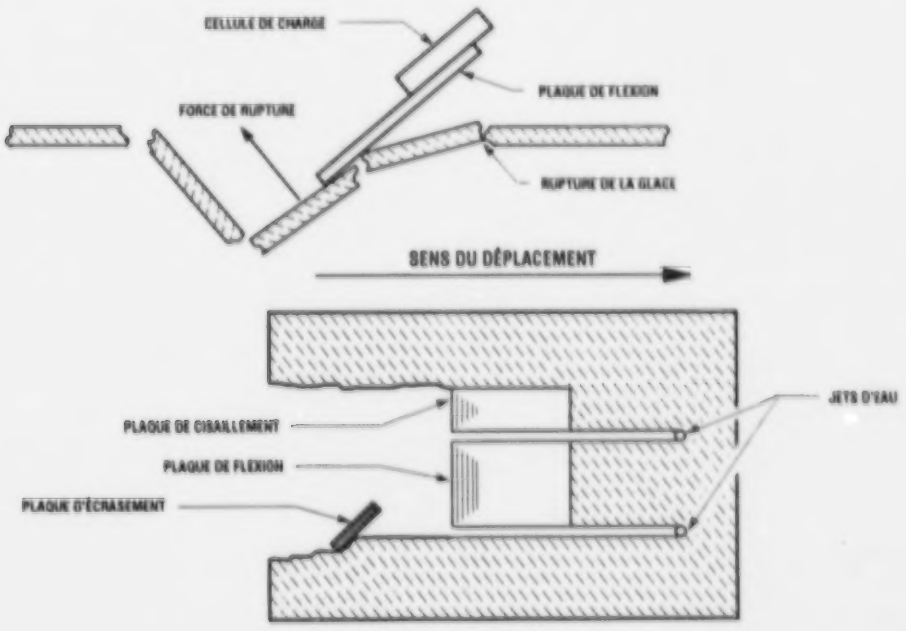


Schéma de principe de l'Indexer

Interactions dynamiques hélices-glaces

L'objet de cette recherche était de mettre en évidence la nature et l'amplitude des forces glacielles sollicitant le système propulsif d'un navire de cote arctique. Le but visé est de se donner les outils nécessaires pour obtenir des prévisions fiables sur les charges glacielles en situation opérationnelle et pour asseoir sur un fondement technique solide la réglementation visant la protection des systèmes propulsifs. À l'aide d'un appareil d'essai construit exprès, les chercheurs se sont concentrés sur le cas des hélices protégées et non protégées par une tuyère. Ils ont approfondi l'importance de facteurs tels que épaisseur et résistance de la glace, dimensions du bloc, quantité de glace en contact avec l'hélice, pas de l'hélice, régime du système propulsif et vitesse d'avancement.

La recherche a révélé deux grandes composantes, à savoir la charge hydrodynamique induite par la glace et la charge directe de contact. Les chercheurs ont comparé les résultats des essais sur maquettes à ceux d'essais effectués en mer à bord du chalutier finlandais *Jarvsaar*, équipé d'une hélice à pas variable, tour à tour avec et sans tuyère. Les résultats de la mesure de la charge des glaces ont été étayés par des images fournies par une caméra sous-marine et par des données sur les conditions glacielles. Une bonne corrélation a pu être obtenue entre résultats théoriques et pratiques.

Contractant : Arno Keinonen Arctic Consulting Inc., Calgary (Alberta)

Rapport : TP 10401E, Ice propeller interaction forces, Arno Keinonen Arctic Consulting Inc., 1990

Durée : février 1989 - mai 1990

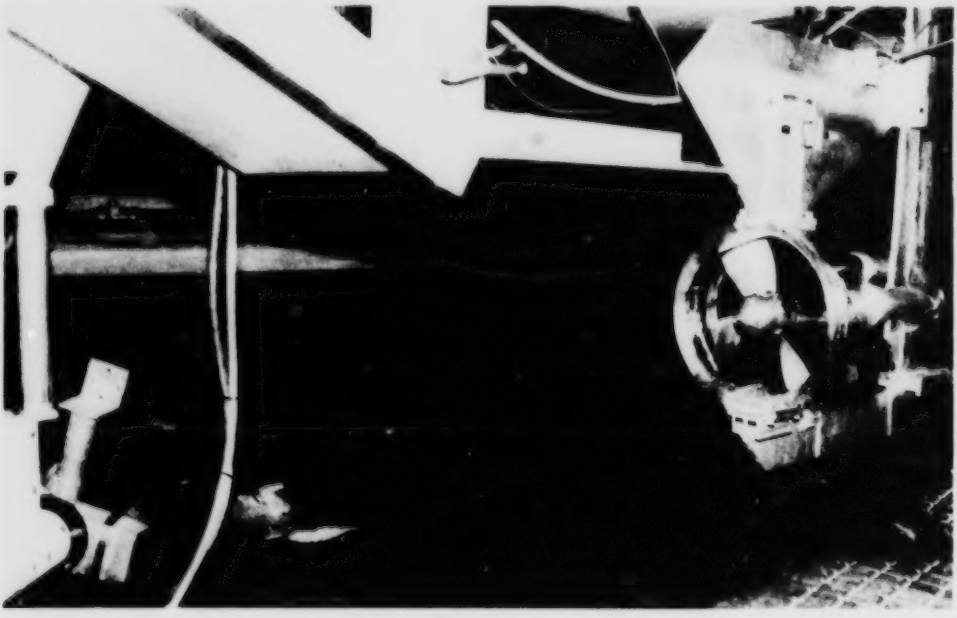
Financement :

CDT	208 596 $
Programme de R&D énergétiques	100 000 $
Total	308 596 $

Numéros de projet : 7189, 7337

Numéro de dossier : 1460-265

Agent de projet : Pierre L. Sémery



Modèle d'interaction dynamique hélices-glaces.

Prévision des interactions hélices-glaces

L'hélice représentant le maillon le plus vulnérable de la chaîne cinématique d'un brise-glace, le CDT a lancé une nouvelle recherche dans le cadre de son programme d'étude des interactions hélices-glaces. Elle visait à mesurer l'amplitude des charges exercées par les glaces sur les hélices de navires de cote arctique, et à déterminer leur effet sur la durée de vie d'hélices de fabrications diverses. Un modèle de prévision réalisé à la fin des années 1970 a été complètement refondu afin de pouvoir prendre en compte toutes les variantes de glaces et d'hélices définies dans sa première version pour l'analyse d'une série de scénarios d'interactions élargie et améliorée.

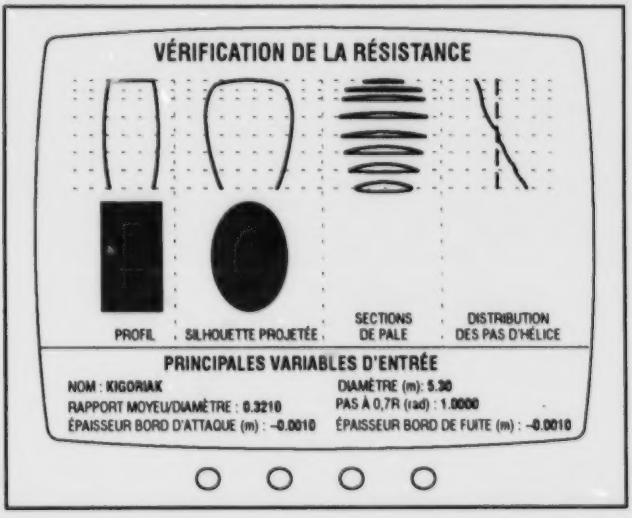
Cette refonte du programme PRICI a comporté le dépouillement de la documentation existante publiée dans le monde sur les interactions hélices-glaces, la revue des critères de réglementation et de classification régissant les hélices des navires de cote arctique et les méthodes de calcul utilisées par les fabricants d'hélices et, enfin, le calage du programme PRICI à partir des données obtenues des essais en vraie grandeur et sur maquette.

Un des éléments de la recherche a consisté à vérifier que la structure algorithmique de la version originale du programme le rend adaptable aux méthodes courantes, compte tenu des caractéristiques géométriques et mécaniques des pales, de la nature des divers types de glace rencontrés, de la géométrie des mécanismes d'interaction hélices-glaces et des modes de rupture des glaces.

Une série d'essais de sensibilité a été faite dans le but d'analyser l'influence de 17 variables d'entrée sur les résultats du programme. Il s'agissait, d'une part, des caractéristiques de l'hélice (diamètre, régime de rotation, rapport surfacique pale/disque d'hélice, pas géométrique relatif, épaisseur des pales et nombre de pales) et, d'autre part, des caractéristiques des glaces (masse volumique, résistance à l'écrasement et au cisaillement, coefficient de frottement et confinement).

Le programme PRICI, refondu et élargi à l'issue de la présente recherche, est devenu un outil de calcul convivial pouvant fonctionner sur un micro-ordinateur IBM et compatible.

Contractant : Melville Shipping Ltd., Ottawa (Ontario)
Rapport : TP 10634E, PRICI – An analytical propeller/ice interaction model, Melville Shipping Ltd., 1990
Durée : décembre 1988 - octobre 1990
Financement : 232 010 $
Numéros de projet : 7216, 7218
Numéro de dossier : 1460-273
Agent de projet : Pierre L. Sémery



Représentation d'un écran d'ordinateur montrant les variables d'entrée pour le calcul des hélices.

Optimisation de la forme des coques

Au cours de la dernière décennie, diverses formes de coque pour navires de cote arctique ont été étudiées et développées pour être ensuite évaluées en service. Mais, invariablement, ces formes intéressaient les navires de petites dimensions dont la fonction était spécialisée et géographiquement restreinte. Or la mise en valeur accélérée des richesses naturelles dans les régions arctiques montre que le temps est maintenant venu de transposer ces concepts à des navires de fortes dimensions, des navires-citernes pouvant naviguer dans les glaces, par exemple. Les chercheurs ont déterminé que le meilleur moyen de parvenir à cette fin serait d'étudier deux formes de coques distinctes. Ainsi, une première forme, baptisée 20/80 et déjà à l'étude, servira pour les navires devant évoluer 20 p. 100 du temps dans les glaces et 80 p. 100 en eaux libres. Dans la seconde, désignée 80/20, ces proportions seront inversées pour l'adapter à une navigation arctique, l'année durant.

Dans le processus de sélection des critères de conception, il a fallu procéder à une définition de l'environnement type dans lequel le navire sera appelé à naviguer, et à un tour d'horizon des techniques de construction navale susceptibles d'être appliquées. En outre, l'opinion de cinq grands bureaux d'architectes navals canadiens a été recherchée. Le processus de conception a nécessité l'évaluation opérationnelle des conditions de navigation dans les différents environnements sélectionnés, la mise au point d'un modèle numérique de prévision des performances, appelé TRANSIM, et la conduite d'essais sur maquette dans des eaux tantôt libres tantôt chargées de glaces. Le navire de référence visé par toutes ces recherches était un navire-citerne de 110 000 tonnes de port en lourd.

La recherche a permis de tirer plusieurs conclusions concernant une forme de coque optimisée, une d'elles étant de privilégier la forme 20/80 en améliorant ses qualités manoeuvrières ainsi que ses performances dans des glaces non uniformes de première année.

Contractant : Canarctic Shipping Company Ltd., Ottawa (Ontario)

Rapport : non accessible en raison des informations privilégiées qu'il renferme

Durée : août 1988 - mars 1991

Financement :

Programme de R&D énergétiques	498 145 $
CDT	236 376 $
Total	734 521 $

Numéros de projet : 7114, 7115, 7394, 7487, 7488

Numéro de dossier : 1460-261

Agent de projet : Thomas Peirce

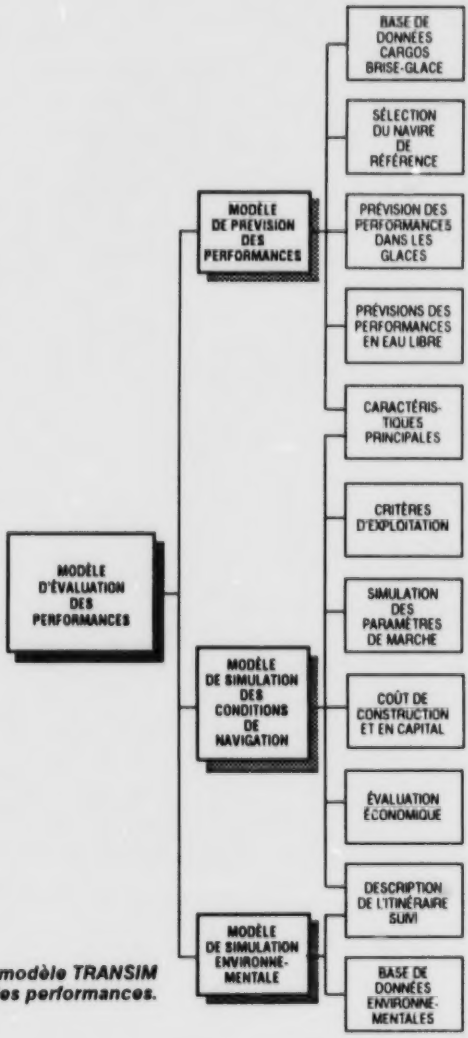


Schéma de principe du modèle TRANSIM pour l'évaluation des performances.

Influence du rapport longueur/bau sur la résistance à l'avancement

Pour déterminer la résistance à l'avancement dans les glaces frottant contre la coque d'un brise-glace, la méthode utilisée jusqu'ici a été l'étude sur une maquette ayant les formes exactes du navire concerné. Or la résistance ainsi mesurée constitue la somme globale des résistances dues aux différentes parties de la coque; on ne sait toutefois pas quelle part attribuer à chacune de ces parties, séparément. La connaissance exacte des résistances relatives, notamment en fonction du rapport longueur/bau est indispensable à la réalisation d'un brise-glace de forme optimisée, à un coût acceptable.

Dans la phase II de l'étude visant à approfondir la part de chaque partie de la coque dans la résistance totale à l'avancement, les chercheurs ont fait une série d'essais sur une maquette représentant le N.M. *Arctic*. Celle-ci, segmentée, comportait des sections médianes rectangulaires interchangeables, différenciées par leur rapport longueur/bau. Les résultats sont exprimés sous forme de résistance en fonction du rapport longueur/bau, et ramenés à une valeur constante de déplacement. La surprise a été de constater que, contrairement aux idées reçues, la résistance n'est que faiblement influencée par le rapport longueur/bau, mais qu'elle est surtout sensible à la géométrie de la proue.

Une étude complémentaire sera lancée visant l'intégration des résultats de cette recherche avec ceux tirés de recherches antérieures, dans le but d'élargir le nombre de paramètres pris en compte et de déboucher ainsi sur une validation des résultats. Dans ce cas, les travaux d'optimisation de la forme des coques seront facilités et la voie deviendra ouverte vers la réalisation de brise-glace offrant moins de résistance à l'avancement et possédant des qualités manoeuvrières améliorées.

Contractant : Melville Shipping Ltd., Ottawa (Ontario)

Rapports : *(recherche antérieure)* TP 9242E, Effect of parallel midbody on the resistance of ships in level ice, Melville Shipping Ltd., 1988

TP 10161E, Icebreaking midbody resistance – Phase II : Beam variation, Melville Shipping Ltd., 1990

Durée : janvier 1989 - mai 1990

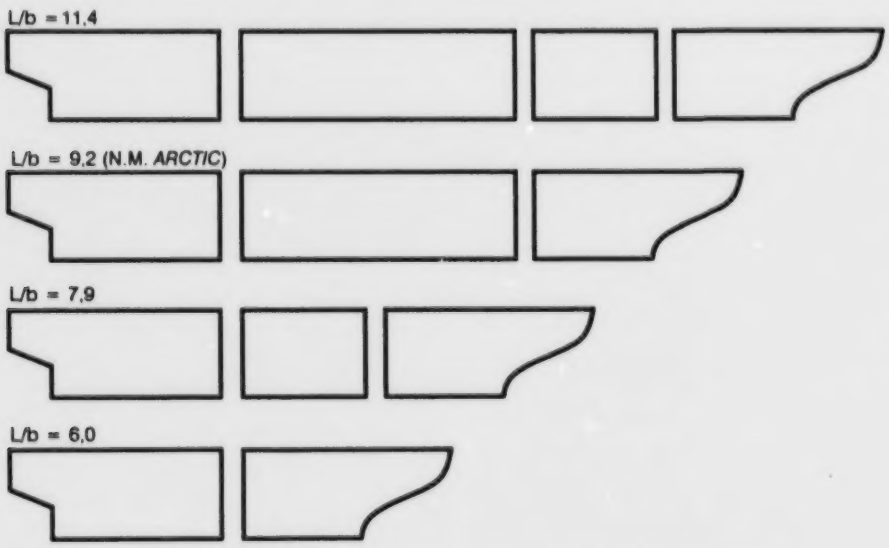
Financement :

CDT	176 150 $
Conseil national de recherches	30 000 $
Total	206 150 $

Numéros de projet : 7203, 7204, 7205

Numéro de dossier : 1460-270

Agent de projet : Thomas Peirce



Maquettes segmentées représentant la coque du N.M. Arctic et utilisées pour déterminer l'influence de la partie médiane de la coque sur la résistance à l'avancement dans une couche de glace uniforme.

Évaluation d'un nouveau concept de proue

Cette recherche a servi à évaluer, par des essais sur maquette, les performances dans les glaces et en eau libre d'un nouveau concept de proue connu sous le nom de proue Carter, fruit du programme informatique pour la prévision des performances mis au point par le Dr Carter. Les essais ont été menés sur deux maquettes 1/20 dans le bassin de glaces et le bassin des carènes de l'Institut de dynamique marine à St. John's (Terre-Neuve), et l'efficacité de la proue a été comparée à celle de la proue originale, montée sur les brise-glace de classe R.

Les résultats ont montré que la proue Carter dégage un gain d'efficacité à la rupture des glaces sans compromettre pour autant l'aptitude à repousser les fragments ni la marche en eau libre. La nouvelle proue décroît la résistance à l'avancement dans des glaces uniformes dans une proportion de 25 p. 100. Les chercheurs sont cependant d'avis que cette proportion pourrait être poussée davantage, sous réserve de plus amples recherches.

Contractant : Donald Carter and Associates, Sainte-Foy (Québec)

Rapport : TP 10617E, Results of comparative model tests with conceptual hull form and the original R-class icebreaker, Donald Carter and Associates, 1990

Durée : mars 1990 - octobre 1990

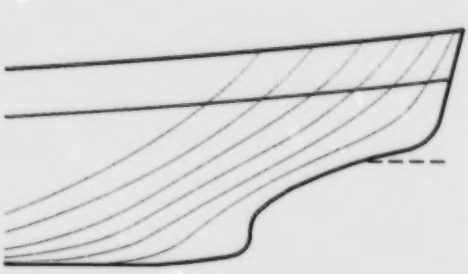
Financement :

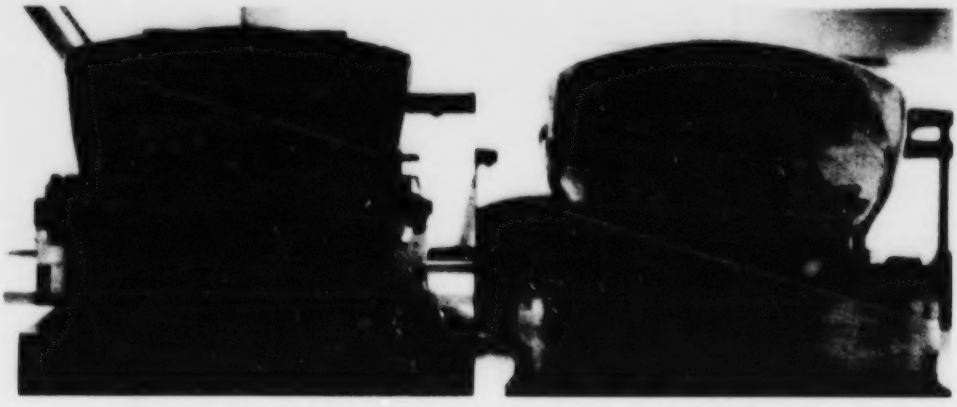
CDT	106 885 $
Garde côtière canadienne	75 000 $
Total	181 885 $

Numéros de projet : 7497, 7498

Numéro de dossier : 1460-177-4

Agent de projet : Thomas Peirce





Vues avant et de côté de la proue d'un brise-glace de classe R (à gauche) et de la proue Carter.

Recherche sur la proue des navires SA-15

Les navires soviétiques de classe SA-15 sont des cargos de 15 000 tonnes de port en lourd pouvant naviguer dans l'Arctique soviétique l'année durant. Ces navires sont construits en Finlande par les chantiers de construction navale Wartsila et Valmet. En 1989, l'occasion s'est présentée d'essayer cette forme de proue au Canada et d'en tirer une variante fondée sur la nouvelle proue Melville montée avec succès sur le N.M. *Arctic*.

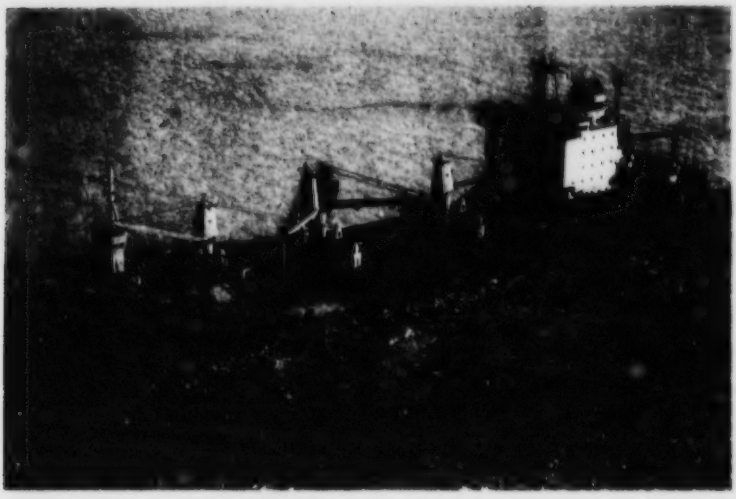
Cette recherche recoupe celle visant à approfondir l'influence du rapport longueur/bau sur la résistance à l'avancement (voir page 21); elle se situe dans le cadre des études de longue haleine sur la part attribuable à chaque partie de la coque dans la résistance totale à l'avancement.

L'équipe de recherche a construit une maquette 1/28 du SA-15 qui peut être équipée tour à tour de la proue originale et de la proue Melville installée sur le N.M *Arctic*, avec, chaque fois, un rapport longueur/bau autour de 7.0. Les essais de résistance ont eu lieu dans le bassin de l'Institut de dynamique marine.

Les essais ont montré que la proue Melville permet d'améliorer les performances du SA-15 de plus de 35 p. 100 dans des glaces uniformes, sans nuire aux performances du navire dans les eaux calmes.

Un consortium d'entreprises canadiennes, le Canadian Marine Transportation Group, négocie à l'heure actuelle avec le ministère du transport maritime de l'U.R.S.S. la possibilité de mener des essais en vraie grandeur sur un SA-15 équipé de la nouvelle proue.

Contractant : CSE Marine Service Inc., St. Catharines (Ontario)
Rapport : non accessible en raison des informations privilégiées qu'il renferme
Durée : février 1989 – février 1990
Financement : 151 089 $
Numéro de projet : 7254
Numéro de dossier : 1460-277
Agent de projet : Thomas Peirce



Navire soviétique de classe SA-15.

Synthèse de la technologie des brise-glace

Le but fixé à la première phase de cette recherche avait été de caractériser les nouveaux brise-glace commerciaux devant opérer dans la mer de Beaufort. Les chercheurs sont parvenus à chiffrer les qualités giratoires dans les glaces, la résistance à la marche en eau libre et dans les glaces, tandis que l'analyse des résultats des essais à bord ainsi que des interviews auprès des capitaines respectifs ont permis de juger de l'efficacité relative des techniques de lubrification de l'interface glace-proue par jets d'eau ou par bulles d'air. Les performances des hélices sous tuyère ont également été évaluées, menant à la conclusion que les gains appréciables autorisés par les tuyères, en marche avant, sont annulés lorsqu'elles deviennent obstruées par des fragments de glace, surtout en marche arrière dans un chenal ouvert.

La présente phase de la recherche vise à enrichir la base de données et à généraliser l'application et le mode opératoire des modèles mathématiques élaborés grâce aux recherches antérieures. Or, ces modèles constituent d'ores et déjà un outil de recherche fort précieux, car ils facilitent aux bureaux d'architecture navale la tâche d'étudier des formes de proue, des appendices et des accessoires qui soient bien adaptés aux conditions de service prévues. Il ne restera plus qu'à adapter ces modèles et à les élargir de manière à pouvoir prendre en compte les caractéristiques particulières des brise-glace de conception classique et, par la suite, à faire des prévisions sur les performances que l'on peut attendre d'eux.

Connaître l'influence de ces caractéristiques sur la performance signifie aussi qu'il sera possible d'élaborer une réglementation stipulant les conditions minimales de sécurité en matière de navigation arctique.

Contractant : Arno Keinonen Arctic Consulting Inc., Calgary (Alberta)
Rapport : non accessible en raison des informations privilégiées qu'il renferme
Durée : décembre 1989 - juin 1991
Financement : 138 839 $
Numéro de projet : 7430
Numéro de dossier : 1460-243-2
Agent de projet : Ian M. Bayly

***Le nouveau brise-glace lourd de type 1200 de la Garde côtière canadienne, le* Henry Larsen.**

Protection cathodique des coques

La corrosion qui s'attaque aux coques des navires arctiques constitue un problème sérieux. Pour l'atténuer, réduire le coût de l'entretien qu'elle entraîne et prolonger l'intervalle entre deux passages au radoub – ce qui constitue un avantage économique appréciable pour les armateurs – on fait appel à la protection cathodique. Bien que très efficace, le procédé de protection cathodique par courant imposé utilise sur les brise-glace des anodes que les heurts des glaces rendent susceptibles à l'endommagement et aux défaillances.

La présente recherche a porté sur la mise au point et l'essai d'une nouvelle anode beaucoup plus durable : une durée de vie de quelque dix années, comparativement aux deux années maximum pour les anodes actuelles. Ce sont des plaques de titane revêtues d'un oxyde métallique composé, à la fois très résistant et perméable aux électrons, lesquelles s'encastrent dans le bordé de manière à lui être affleurant. Ces plaques sont fixées par des boulons faits d'un matériau électriquement inerte. De la sorte, elles se trouvent protégées contre l'action mécanique des glaces. Montées sur la coque de trois brise-glace opérant dans la mer de Beaufort – les N.M. *Kigoriak*, *Kalvik* et *Ikaluk* – elles ont été raccordées au système de protection cathodique à courant imposé et essayées expérimentalement. La mer de Beaufort est, à ce titre, un excellent terrain d'essai, la corrosion y étant de quatre ou cinq fois plus rapide que dans les autres mers, à cause des hautes concentrations d'oxygène et la dégradation rapide des couches de peinture dans ce milieu.

Un contrôle sous-marin des anodes protégeant le *Kalvik*, fait au bout d'un an en service, a permis de constater de visu qu'elles étaient toutes intactes et qu'elles restaient tout aussi efficaces qu'au début.

Contractant : David Peters Services Inc., Duncan (Colombie-Britannique)

Rapport : *(avant-projet)* Design and testing of impressed-current cathodic protection anodes for use on icebreaker hulls, David Peters Services Inc., 1990

Durée : avril 1989 - août 1990

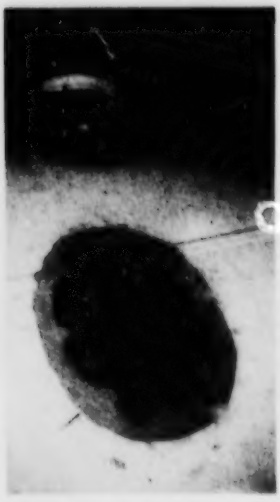
Financement : 52 000 $

Numéro de projet : 7293

Numéro de dossier : 1460-285

Agent de projet : Michael A. Stenson

Anode encastrée endommagée.



Encastrement prêt à recevoir une anode et nouvelle anode revêtue d'un oxyde métallique.

Deux anodes en place.

Analyse de l'efficacité des stries

La présente recherche dont le but était de vérifier la réduction de résistance à la marche apportée par des stries fixées à la coque du brise-glace *Sir Wilfrid-Laurier*, fait suite à celle menée par Kristi Maritime de Pointe-Claire (Québec) sur l'efficacité réelle de ces stries. Il s'agit de plaques métalliques de section triangulaire fixées à la proue à un certain angle par rapport à la ligne de contact coque-glace. Elles provoquent la rupture des glaces par flexion en plus d'atténuer leur pression sur la coque. Les essais ont eu lieu l'hiver dernier dans le Saguenay, recouvert de glaces uniformes et intactes.

Les paramètres mesurés et enregistrés ont été les suivants : couple et régime moteur, poussée produite par les deux arbres et la vitesse de marche. Plusieurs essais ont été menés dans des glaces d'épaisseur relativement uniforme, à des vitesses et des régimes de puissance variés. Deux essais de giration continue ont été faits dans le but d'analyser les performances giratoires du navire.

Bien qu'aucune valeur chiffrée ne puisse être avancée quant à l'efficacité des stries, l'analyse du film vidéo pris durant les essais a montré qu'elles auraient eu une action plus efficace si elles avaient été fixées un peu plus à l'avant et au-dessous de leur position actuelle. La raison en est que la proue du navire s'élève de 0,3 à 0,5 m environ lorsqu'il avance dans des glaces uniformes de 0,8 à 0,95 m d'épaisseur, ce mouvement devant être pris en compte dans le calcul du positionnement et de l'inclinaison optimums des stries. Il est envisagé de procéder à des essais complémentaires dans le but de confirmer ces constatations.

Contractant : Fleet Technology Ltd., Calgary (Alberta)

Rapport : *(recherche antérieure)* TP 10553E, Design and application of strakes on a Canadian Coast Guard ship, Kristi Maritime, 1990

TP 10554E, Verification through field measurements of the extent of reduction in icebreaking resistance for icebreaking strakes, Fleet Technology Ltd., 1990

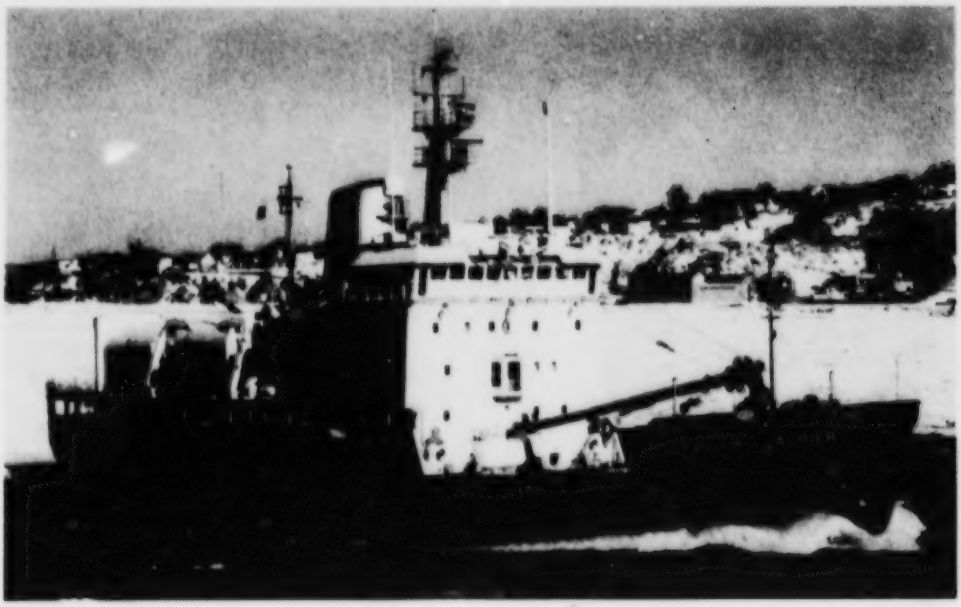
Durée : janvier 1990 - août 1990

Financement : 40 038 $

Numéros de projet : 7477, 7478

Numéro de dossier : 1460-239-3

Agents de projet :
Jacques E. Laframboise, Michael A. Stenson



Le brise-glace* Sir Wilfrid-Laurier *de la Garde côtière canadienne.

Poste de navigation dans les glaces à bord du N.M. Arctic

Au cours de la dernière décennie, le CDT a appuyé financièrement un programme de recherche à bord du N.M. *Arctic*, qui a débouché sur le premier système commercial de la navigation dans les glaces au monde.

Il s'agit du système auxiliaire embarqué de navigation dans les glaces connu sous le sigle SINSS qui, grâce aux liaisons satellitaires qu'il comporte, donne un aperçu global des conditions glacielles et météorologiques. Il permet de recevoir et d'afficher une imagerie radar à ouverture synthétique de conception spécifiquement canadienne, ainsi que celle produite par des radars pour la télédétection des glaces flottantes et par d'autres procédés tel le sonar pour la détection rapprochée. Il comporte des sous-systèmes d'affichage qui permet au navire de naviguer en toute sécurité dans les glaces et de détecter les icebergs cachés par des glaces de première année ou enveloppés de neige.

Devenue opérationnelle, cette technologie profite maintenant aux navires de la Garde côtière canadienne, en plus d'être promise à de belles perspectives commerciales, soit par la création de coparticipations, soit directement par la vente aux pays qui s'intéressent à la navigation arctique ou antarctique.

Il faut compter cinq ans encore avant de pouvoir exploiter toutes les possibilités de ce système mais, d'ores et déjà, les spécifications fonctionnelles ont été définies pour un système de navigation dans les glaces plus perfectionné.

Contractant : Canarctic Shipping Co. Ltd., Ottawa (Ontario)

Rapports : TP 10105E, Arctic marine radar development, phase I, Canarctic Shipping Co. Ltd., 1990

TP 10156E, Radar data gathering on MV *Arctic*, Canarctic Shipping Co. Ltd., 1990

TP 10565E, Functional specifications for second-generation ice navigation system, Canarctic Shipping Co. Ltd., 1990

Durée : octobre 1988 – janvier 1990

Financement :

CDT	52 480 $
Programme de R&D énergétiques	18 584 $
Total	71 064 $

Numéros de projet : 7184, 7448

Numéro de dossier : 1460-146-8

Agent de projet : Maurice Audette

***Console SINSS installée sur le N.M.* Arctic.**

Système de navigation de précision par radar (NAVFIX/RANAV)

Depuis plusieurs années, le CDT soutient financièrement les recherches en vue de la mise au point d'un système fiable, peu coûteux et utilisable par tous les temps pour la navigation de précision dans les voies de navigation intérieures ainsi que le long du littoral canadien, particulièrement dans les zones où l'écho radar renvoyé par le rivage ne permet pas de faire le point avec la précision voulue.

La présente recherche a débouché sur la réalisation du prototype d'un système de radionavigation de précision NAVFIX, intégrant un système français de radiolocalisation de cibles radar avec deux systèmes de radionavigation de précision canadiens, à savoir le système PINS utilisant des cartes électroniques et le système PRANS, réalisés par Offshore Systems Ltd. et par l'université McMaster, respectivement. Le système embarqué réalisé permet, grâce à l'infrastructure de réflecteurs radar passifs le long du rivage, de faire le point avec une précision proche de celle des systèmes hyperfréquences fixes; il dispense en outre du besoin de disposer au sol de transpondeurs actifs qui posent toutes sortes de problèmes.

Le présent projet vise le perfectionnement du système RANAV, les chercheurs ayant pour objectif d'étudier quelques-uns des points à améliorer selon les responsables du projet précédent : cibles passives dépolarisantes, procédures pour la reconnaissance des sites d'implantation, interface améliorée de traitement du signal, élaboration d'un logiciel amélioré pour la localisation de précision de bouées flottantes et meilleure discrimination de la cible noyée dans le bruit.

Une démonstration du système RANAV à bord d'un navire de la Garde côtière canadienne est prévue dans le Saint-Laurent.

Contractant : Offshore Systems Ltd., North Vancouver (Colombie-Britannique)

Rapport : *(recherche antérieure)* TP 9728E, Precise radar integrated navigation system (NAVFIX) for coastal and inshore navigation, Offshore Systems Ltd., 1988

Durée : mai 1990 - janvier 1991

Financement :

CDT	258 097 $
Programme de R&D énergétiques	158 000 $
Total	416 097 $

Numéros de projet : 7457, 7682

Numéro de dossier : 1460-249-2

Agents de projet : Maurice Audette, Mel Walker

Les réflecteurs trièdres en réseau et le système de navigation NAVFIX/RANAV permettent à un navire de faire le point avec précision même dans les zones où l'écho radar renvoyé par le rivage est de faible définition.

SINADS II

Devant la quantité et la complexité croissantes des informations fournies par les aides modernes à la navigation, le besoin s'est fait sentir pour un système apte à recueillir, gérer et intégrer ces informations pour ensuite les afficher de manière cohérente à l'intention des pilotes. La recherche menée jusqu'ici par la Offshore Systems Ltd. avec le concours financier du CDT, a débouché sur le prototype d'un système intégré de navigation maritime de bord connu par son sigle SINADS. Celui-ci fait appel à l'imagerie du radar de bord, qu'il affiche en surimpression sur les cartes électroniques en mémoire, de manière à produire une représentation graphique exacte de la position du navire. Ce système profite directement à la Garde côtière canadienne et aux armateurs exploitant des navires qui empruntent la Voie maritime du Saint-Laurent et d'autres voies de navigation intérieure; il autorise une navigation en eaux confinées d'autant plus sûre que les informations sont concentrées sur un seul écran et que l'opérateur n'a plus à se référer aussi souvent qu'auparavant aux cartes de navigation.

L'évaluation de ce système faite à bord du brise-glace *Nicolet* à l'automne de 1988 est à l'origine de la présente recherche dont l'objectif est la réalisation d'un prototype opérationnel, le SINADS II. Celui-ci se caractérise par divers perfectionnements, comme une réduction du temps de réponse et la possibilité d'exploiter les données provenant des systèmes LORAN-C et GPS (système de positionnement global). Une console de navigation réétudiée a grandement facilité le dialogue homme-machine, comme l'ont fait les écrans tactiles et l'usage d'une boule pour contrôler le mouvement relatif du curseur.

Contractant : Offshore Systems Ltd., North Vancouver (Colombie-Britannique)

Rapport : *(recherche antérieure)* TP 9696E, Development and evaluation of a shipboard integrated navigation and display system, Offshore Systems Ltd., 1988

Durée : juin 1989 - décembre 1990

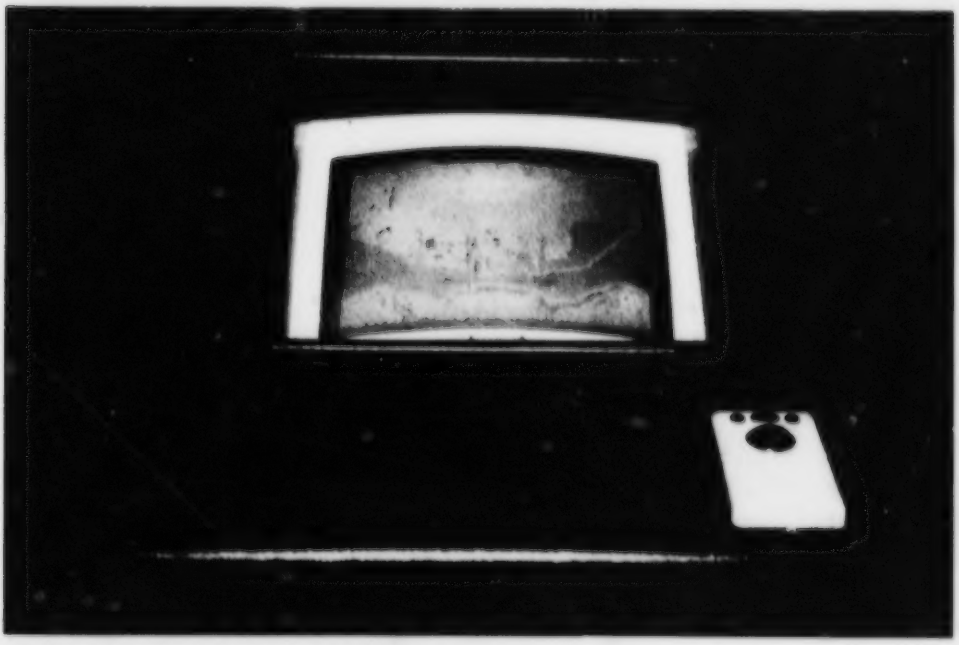
Financement :

Programme de R&D énergétiques	226 482 $
CDT	65 618 $
Total	292 100 $

Numéros de projet : 7279, 7280

Numéro de dossier : 1460-245-3

Agent de projet : James D. Reid



Affichage à l'écran de la console SINADS II.

Télémesure de l'épaisseur des glaces

Depuis 1980, le CDT subventionne la recherche sur les techniques de télémesure de l'épaisseur des glaces. La firme torontoise Canpolar Inc. a récemment effectué dans l'Arctique des expérimentations faisant appel à trois procédés de télémesure aéroportés, tous temps. De ces procédés, celui à induction électromagnétique que les géologues connaissent bien, a donné de très bons résultats pour la mesure de l'épaisseur des glaces de formation variée.

L'objet de la présente recherche est la réétude du capteur expérimental en vue d'en accroître l'aptitude à mesurer l'épaisseur des glaces. Sans compter que, au départ, certaines exigences techniques et de sécurité imposées par la Garde côtière canadienne n'avaient pas été prises en compte. Le capteur original remorqué par hélicoptère était d'une taille dictée par les très basses fréquences nécessaires pour les relevés géologiques. Comme la télémesure des glaces exige des fréquences beaucoup plus élevées, il a été possible de réduire la taille de ce capteur. Par ailleurs, un treuil est prévu pour escamoter ce dernier entre les patins de l'hélicoptère durant les atterrissages et les décollages. Enfin, des visualisations doivent être ajoutées pour permettre à l'hélicoptère de rester à des altitudes de sécurité pendant les opérations de télémesure, et pour obtenir des lectures sur l'épaisseur des glaces au fur et à mesure de leur survol.

Contractant : Aerodat Ltd., Mississauga (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : juin 1989 - juin 1991
Financement : 549 600 $
Numéros de projet : 7249, 7250, 7537
Numéro de dossier : 1460-126-11
Agent de projet : Maurice Audette

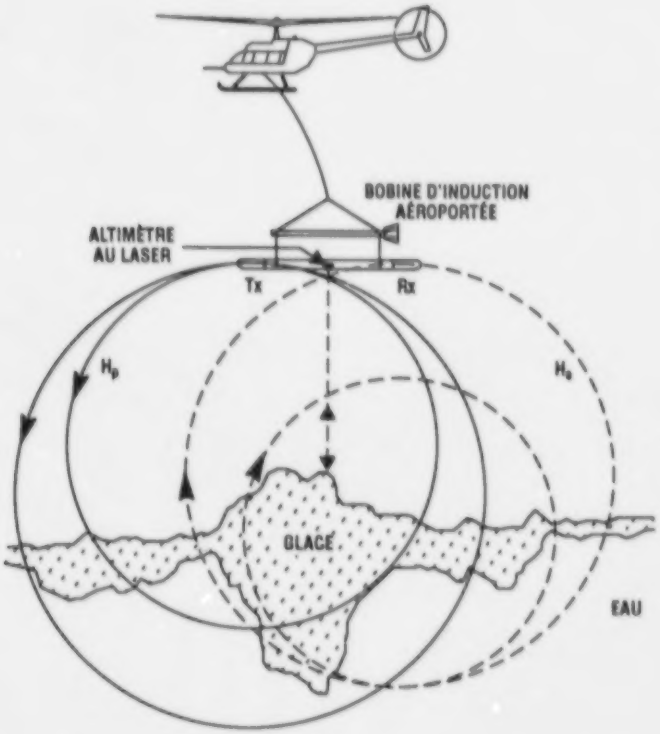


Illustration du procédé électromagnétique de télémesure. La bobine d'induction aéroportée crée un champ magnétique primaire H_p qui fait naître des courants de Foucault dans la glace, matériau conducteur. Il en résulte un champ magnétique secondaire H_s détecté par la bobine réceptrice.

Analyse vibratoire des machines de navires

Pour la maintenance des machines de ses navires, la Garde côtière canadienne applique à l'heure actuelle un mode de maintenance dit programmé, c'est-à-dire un programme d'interventions systématiques selon une périodicité déterminée, sans égard à l'état réel de la machinerie, en même temps qu'un mode dit prédictif. Celui-ci fait appel à des techniques de surveillance de certains paramètres de fonctionnement : analyses vibratoires et spectrales, examen des débris d'usure dans les huiles, et enregistrement d'événements, pour déterminer à tout moment l'état réel de la machinerie et permettre ainsi à celle-ci de donner le maximum avec le minimum d'intervention. Favoriser le mode prédictif serait non seulement plus économique, mais aussi moins destructif pour les machines. Qui plus est, lors de l'analyse du comportement de la machinerie, là ou les personnes responsables ne seront pas cloués sur place, étant donné qu'un système expert approprié pourra constituer une aide utile à la décision pour le personnel de maintenance lui-même.

Un des moyens éprouvés de maintenance prédictive mis en oeuvre par la GCC est l'analyse vibratoire, rendue possible par la portabilité des analyseurs de spectres actuels. Les mesures vibratoires sont d'abord prises, puis analysées par des experts qui établissent alors un diagnostic. Or il arrive souvent que les experts ne se trouvent pas toujours sur place et que les renseignements fournis soient spécifiques d'un navire particulier.

La solution préconisée a été d'étudier le prototype d'un système expert fonctionnant sur PC, capable d'analyser les mesures vibratoires, de les comparer aux données en mémoire, d'en tirer un diagnostic et de proposer les correctifs nécessaires; bref, de veiller à ce que la machinerie réponde aux critères de qualité établis. Le logiciel à la base de ce système expert est en cours d'essai à bord du *Sir William-Alexander*.

Contractant : Design Maintenance Systems Inc., North Vancouver (Colombie-Britannique)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : juin 1989 - septembre 1990
Financement : 257 256 $
Numéros de projet : 7199, 7219
Numéro de dossier : 1460-266
Agent de projet : James D. Reid

Le brise-glace* Sir William-Alexander *de la Garde côtière canadienne.

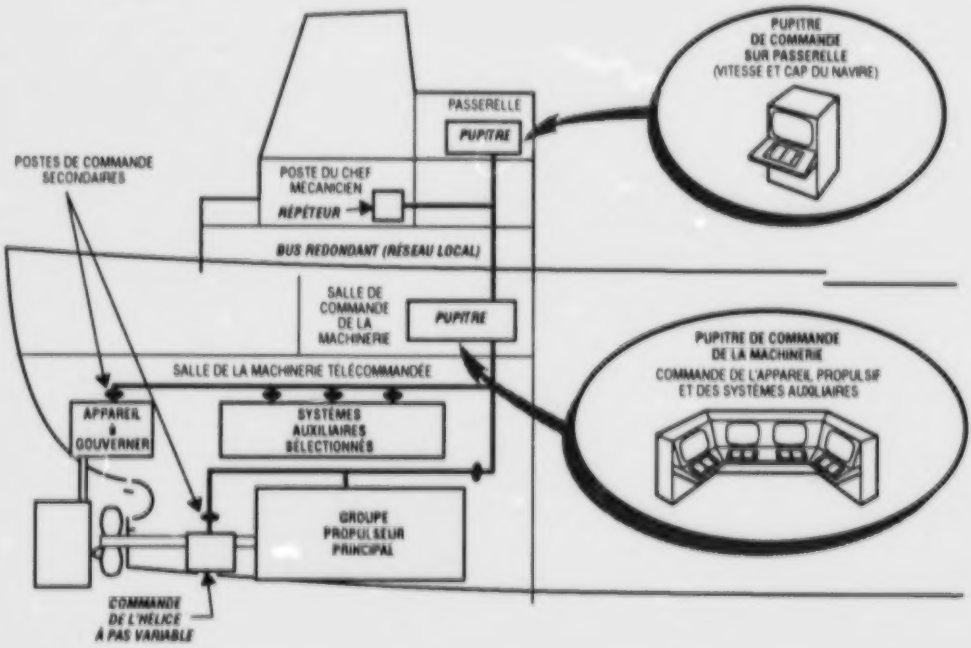
Spécifications des systèmes de commande des machines de navire

Les systèmes de commande des machines de navire, indispensables, sont extrêmement complexes et chers. La Garde côtière canadienne et le ministère de la Défense nationale souhaitent disposer de machines qui, tout en étant sûres, efficaces et fiables, demandent moins d'entretien. Le principe de les acheter directement sur le marché a été remis en question, étant donné qu'entre la commande et l'installation, le matériel a eu le temps de tomber en désuétude.

La présente recherche vise à élaborer, à l'égard des machines de navire, des spécifications de base faciles à actualiser, applicables aux systèmes de commande (matériels et logiciels), à la documentation pertinente et aux critères d'acceptation. Elle vise également à définir de façon approfondie la R&D qui devra être lancée sur la théorie et la pratique sous-tendant la commande de machines modernes, et qui permettra une actualisation permanente des spécifications.

Interface homme-machine, format des spécifications, liste des caractéristiques des signaux entrée/sortie, normes d'élaboration tant des systèmes de commande et de surveillance que des logiciels et des matériels informatiques, tels sont les aspects de la recherche à approfondir, en plus de ceux touchant la politique et le processus d'actualisation des spécifications. La recherche a d'ores et déjà débouché sur un certain nombre de spécifications de base.

Contractant : Gastops Ltd., Gloucester (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : novembre 1989 - mars 1991
Financement : 245 155 $
Numéros de projet : 7331, 7332
Numéro de dossier : 1460-287
Agent de projet : Michael A. Stenson



Éléments d'un système de commande-contrôle numérique des machines de navire.

Bilan comparatif des fibres optiques et des techniques classiques dans la transmission de données

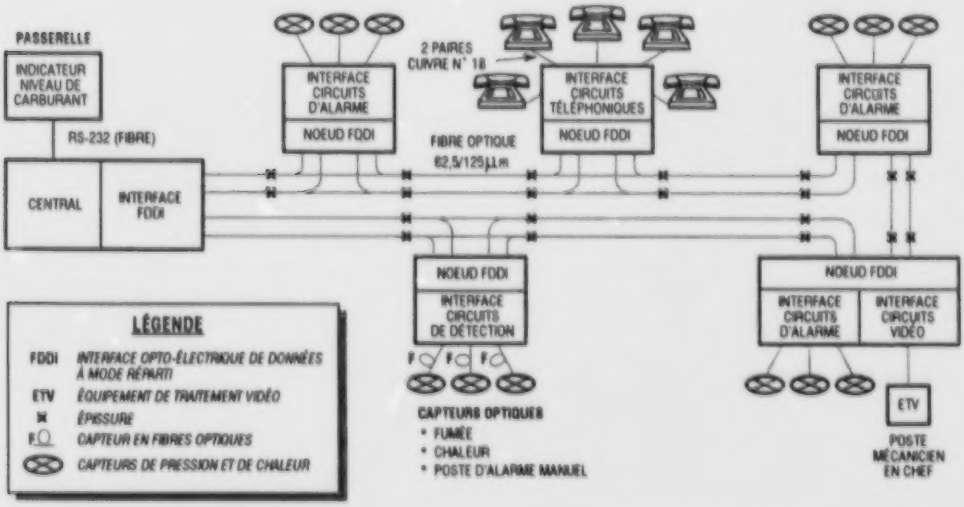
La technologie des fibres optiques est très prometteuse dans ses applications marines. Leurs avantages : large bande passante, poids et encombrement faibles et insensibilité aux parasites électromagnétiques, les rendent particulièrement appropriées à la réalisation de liaisons radioélectriques ainsi qu'à l'automatisation et l'intégration de systèmes de commande dans des milieux électriquement perturbateurs.

Une étude a été faite sur les avantages technico-économiques des fibres optiques, comparativement aux câbles métalliques couramment utilisés à bord des navires de la Garde côtière canadienne. Les résultats ont montré que, dans tous les cas, la technologie des fibres optiques revient en moyenne 14 fois plus cher. Il y a lieu de préciser, cependant, que les réseaux de fibres optiques ayant servi à cette évaluation étaient munis d'interfaces spécifiques coûteuses, dont l'équivalent n'existait pas sur le marché.

L'aspect intégration systémique a également été évalué. Quatre réseaux – sonorisation, central téléphonique, détection d'incendies, surveillance et contrôle des signaux d'alarme – offrent une bonne possibilité d'intégration dans un réseau local à fibres optiques. Une intégration de ce type promet d'intéressantes économies.

L'étude a montré que les fibres optiques ne pourront remplacer les câbles métalliques tant qu'il n'existera pas sur le marché des systèmes complets conçus exprès pour les fibres optiques. La Garde côtière canadienne s'intéresse à cette idée et envisage de financer une étude dans ce sens.

Contractant : DTI Telecom Inc., Montréal (Québec)
Rapport : TP 10452E, Comparative study on the use of fibre optics and conventional cabling systems on board CCG vessels, DTI Telecom Inc., 1990
Durée : juillet 1989 - décembre 1989
Financement : 40 000 $
Numéro de projet : 7210
Numéro de dossier : 1460-272
Agent de projet : James D. Reid



Réseau local à fibres optiques intégrant les circuits téléphoniques et ceux des dispositifs de surveillance d'alarme et de détection d'incendie.

Organisation temporelle du travail à bord des navires de la GCC

Les effets de l'organisation temporelle du travail sur la santé et le rendement des travailleurs ont fait l'objet de nombreuses études scientifiques. Mais tel n'a pas été le cas – ou si peu – pour l'organisation à bord des navires de la Garde côtière canadienne, où les horaires se présentent sous deux formes : quarts de six en six et horaires quotidiens continus de 12 heures. Cette étude a eu pour objectif de recueillir des données systématiques sur les répercussions physiologiques et psychologiques des horaires de travail en vigueur à bord du *Simon-Fraser* de la GCC. Elle propose également des modifications visant à accroître le rendement de l'équipage et d'autres applicables à tous les navires de la GCC.

Les horaires étudiés présentaient les particularités suivantes : les horaires quotidiens de 12 heures occupaient un cycle de 28 jours consécutifs de travail, suivi d'une période égale de repos. On sait que le travail en mer a ses propres exigences. Or le travail en continu est à l'origine de problèmes spécifiques, dus au caractère anormal des heures de travail qui a pour effet de perturber le rythme naturel activité-repos qui correspond au rythme circadien (alternance jour-nuit). En mer, l'organisation temporelle du travail diffère de celle adoptée pour les transports terrestres, en raison de la nature même des tâches et de la présence permanente de l'équipage. En soumettant un groupe à une tâche de contrôle de trop longue durée, on risque de compromettre la sécurité du navire et de l'équipage.

La recherche a montré que des horaires de travail de 12 heures par jour étaient aussi perturbateurs que les horaires de six en six avec quart de nuit. Les personnes les moins perturbées étaient celles qui travaillaient de jour.

Plusieurs solutions sont proposées, la plus avantageuse étant d'effectuer une rotation rapide des tâches entre trois équipes pour un total de 12 heures de travail, et toujours dans un cycle de 28 jours consécutifs.

Contractant : GIROSST, Université Laval, Sainte-Foy (Québec)

Rapport : TP 10048F, Organisation temporelle du travail sur les navires de la Garde côtière canadienne : impacts physiologiques et psychologiques, GIROSST, 1989

Durée : février 1989 - avril 1990

Financement : 130 051 $

Numéros de projet : 7234, 7235

Numéro de dossier : 1460-275

Agent de projet : Jacques E. Laframboise

Les chercheurs ont étudié l'effet des horaires de travail sur le rendement des équipages à bord des navires de la Garde côtière canadienne.

TRANSPORT AÉRIEN

TRANSPORT AÉRIEN

Le programme de R&D en transport aérien du CDT vise à étayer le rôle de Transports Canada dans les domaines de la navigation aérienne, du contrôle de la circulation aérienne, des opérations aéroportuaires et de la réglementation aérienne, tout en encourageant les actions de R&D associatives avec l'industrie aéronautique. Il découle en bonne partie du Plan de réorganisation et de gestion de l'espace aérien canadien, du Plan d'automatisation du système canadien de la circulation aérienne et du Programme d'implantation du système d'atterrissage hyperfréquences (MLS). Le CDT travaille dans un esprit d'étroite collaboration avec les groupes Aviation et Aéroports de Transports Canada.

Sécurité des vols

La sécurité du réseau de transport aérien au Canada est l'un des volets du mandat de Transports Canada. La R&D dans ce domaine vise à appuyer les services de réglementation et de certification de ce Ministère. À mesure que se répand l'emploi de matériaux composites ou avancés, les fonctions de réglementation de la sécurité et de l'intégrité structurelle des aéronefs se compliquent. Le CDT finance la recherche sur la résistance des matériaux nouveaux et la mise au point de méthodes de contrôle et d'essai. Il lance également des recherches sur la prévention des accidents, la survie en cas d'accident et les enquêtes sur les accidents d'aviation. Parmi les recherches importantes, il y a le perfectionnement des radiobalises de détresse qui demeurent le moyen le plus efficace de localiser un aéronef perdu. Dans le domaine de la prévention des accidents, les recherches concernent les nouvelles familles d'agents chimiques de dégivrage et leurs effets sur les avions de transport régional ainsi que des capteurs permettant de détecter le givrage des surfaces portantes des aéronefs. Un autre projet approfondit la question des appareils obligés de décoller à partir de chaussées mouillées, dans le but d'évaluer les diverses procédures proposées visant à réduire les risques associés à cette manoeuvre.

La plupart des accidents d'aviation concernent de petits avions privés ou à vocation commerciale exploités dans des régions isolées du pays. Une étude lancée par le CDT sur le port obligatoire de harnais de sécurité par l'équipage des petits avions a montré que cet accessoire est susceptible d'atténuer les blessures et de réduire le nombre de tués en cas d'accident.

Navigation aérienne

Transports Canada a pour responsabilité d'assurer des services de navigation aérienne sur tout l'espace aérien canadien, plus une partie de l'espace au-dessus de l'Atlantique. Les services ainsi fournis ont une influence non seulement sur la sécurité de l'aviation au Canada, mais aussi sur l'ampleur possible et l'efficacité des opérations aériennes dans ces espaces. Le CDT finance les projets qui concerne les aides à la conception, à la navigation et aux communications, les postes de travail, les interfaces homme-machine ainsi que les systèmes de navigation aérienne du futur.

Les technologies émergentes offrent de nouvelles possibilités d'améliorer la conception et l'étude des installations et des procédures aéronautiques. L'informatique, l'infographie et les systèmes experts sont des techniques exploitables en l'occurrence. Un exemple de recherche financée par le CDT dans ce domaine est celle concernant le prototype de système expert pour l'aménagement de l'espace aérien.

Dans le cadre du programme de réorganisation et de gestion de l'espace aérien visant à moderniser les services de navigation aérienne, les prévisions météorologiques et les systèmes de radionavigation, Transports Canada implantera jusqu'à 140 systèmes d'atterrissage hyperfréquences, MLS. Ceux-ci, en plus d'être plus performants que le système actuel d'atterrissage aux instruments, autorisent des procédures de navigation jusqu'ici impossibles, à savoir des approches guidées sur des trajectoires curvilignes ou segmentées. Le CDT apporte son

concours financier aux recherches visant à accroître, dans le domaine des MLS, les moyens de mesure et d'analyse qui sont encore limités. Une des solutions étudiées est l'implantation de circuits hyperfréquences à intégration monolithique (MMIC) dans les antennes MLS. Une autre est la réalisation d'un équipement de surveillance du matériel MLS complétant celui qui intéresse le logiciel de commande des antennes. Enfin, une étude conceptuelle a été lancée sur les interrogateurs destinés à être implantés dans les instruments de mesure électronique des distances.

Les fonctions des contrôleurs de la circulation aérienne, des exploitants du transport aérien, des concepteurs, des techniciens d'entretien et des gestionnaires deviennent de plus en plus exigeantes et complexes. Pour les aider dans leur tâche, il faut des postes de travail et des systèmes automatisés bien conçus et efficaces. Les actions du CDT visent les postes de travail ergonomiques, les techniques et appareils de visualisation, les aides à la décision en matière de résolution des conflits ATC et les différentes méthodes d'interaction avec l'ordinateur, telles les entrées vocales.

Fournir une information météorologique opportune aux aviateurs fait partie des grandes responsabilités des services de navigation aérienne. Un système expert est à l'étude pour effectuer des prévisions météorologiques pour les aéroports.

Les ordinateurs de bord et les terminaux de télécommunications par satellites ouvrent la voie à de nouvelles techniques de navigation aérienne. Diverses études ont été lancées sur des sujets connexes à l'appui du comité sur les systèmes de navigation aérienne du futur, mis sur pied par l'Organisation de l'aviation civile internationale.

Sécurité des aéroports

La recherche dans ce domaine a pour objet la mise au point de systèmes automatiques de détection et d'identification des objets dangereux dans les bagages à main ou enregistrés. Par la technologie, il est possible d'accélérer ce processus et d'en réduire le coût. À titre d'exemple, il y a le système de détection d'explosifs par spectrométrie à mobilité ionique, le système expert d'aide au contrôle radioscopique des bagages à main et les modules de désorption sélective au laser comme appoint aux appareils de détection chimique.

Exploitation aéroportuaire

La planification, les questions environnementales ainsi que la conception des chaussées aéronautiques sont les principaux éléments du programme de R&D dans ce secteur. L'aéroport international de Vancouver est un excellent site pour la mise au point d'un modèle de prévision des activités côté piste.

Des préoccupations environnementales ont mené à l'étude de techniques d'étanchéisation destinées à prévenir la pollution des sources d'eau dans la région de l'aéroport international de Halifax ainsi qu'à celle sur le choix des stratégies pour la gestion du bruit des aéroports.

La conception, l'exploitation et l'entretien des chaussées aéronautiques absorbent une large part du budget de construction et d'exploitation des aéroports au Canada. L'effort de R&D dans ce domaine concerne les circuits d'atterrissage des petits avions afin de déterminer s'il est possible de construire, notamment en régions isolées, des aéroports moins coûteux en réduisant la largeur des pistes.

Technologie et concepts de pointe

La recherche dans ce domaine s'étend aux travaux d'optimisation aérodynamique des nacelles par l'emploi de techniques informatisées de calcul, ainsi qu'aux études sur l'effet que pourraient avoir les avions convertibles à rotors basculants sur l'aménagement des aéroports du futur. Ces deux recherches favorisent les économies d'énergie dans l'aviation.

Certification de matériaux composites pour cellules d'aéronefs

Les structures principales de la cellule d'un aéronef gagneraient beaucoup à être réalisées en matériaux composites, et l'allégement ainsi obtenu contribuerait à relever le rendement énergétique de l'aéronef. Mais, contrairement aux matériaux classiques dont les caractéristiques sont bien maîtrisées, celles des composites et leur comportement en service demeurent entourés d'incertitudes. Aussi seules les structures secondaires sont de nos jours réalisées en matériaux composites.

La présente recherche vise à approfondir l'emploi de matériaux composites avancés pour la fabrication des structures principales, la voilure, par exemple. Les chercheurs ont entrepris un programme simulant la procédure de certification appliquée à un ou à plusieurs panneaux de voilure, faisant appel à des essais mécaniques et des caractérisations analytiques, dans le but de dégager les principes généraux sur lesquels asseoir la sélection des critères applicables à la certification de tous les types de matériaux composites. Les critères issus de cette recherche porteront sur l'acceptabilité de la structure principale incorporant des matériaux composites, leur maintenabilité et leur aptitude à des modifications éventuelles.

Contractants : Bombardier Inc. et Canadair Ltée, Montréal (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : septembre 1989 - juillet 1991
Financement :

Programme de R&D énergétiques	240 000 $
Canadair	221 808 $
CDT	203 684 $
Total	665 492 $

Numéros de projet : 7148, 7149
Numéro de dossier : 1455-205
Agent de projet : C. Alfred Versailles

L'avion Challenger de Canadair a plusieurs de ses structures secondaires réalisées en matériaux composites.

Exploitation expérimentale des radiobalises de détresse

Les radiobalises de détresse d'utilisation courante obéissent à une spécification désuète. Ils se caractérisent par un taux élevé de fausses alarmes et par un fonctionnement peu fiable en cas d'accident. La Federal Aviation Administration des États-Unis envisage d'adopter une nouvelle spécification plus rigoureuse à l'égard des futures radiobalises : la TSO-C91a.

Cette nouvelle famille de radiobalises comporte un indicateur en cabine qui permet au pilote de vérifier et de contrôler le dispositif à distance, de l'actionner et de le réarmer. Ainsi, le pilote pourra intervenir en cas d'alarme erronée, et arrêter le dispositif qu'il réarmera ensuite.

Une campagne d'exploitation expérimentale d'une durée de deux ans (recherche interne) a été lancée dans le but d'approfondir la tenue du dispositif aux conditions climatiques rigoureuses du Canada et d'en vérifier le comportement en service normal. Plus d'une centaine d'aéronefs formant un échantillonnage représentatif de l'aviation générale au Canada seront équipés de la balise répondant à la nouvelle spécification. À charge pour les propriétaires d'assurer la surveillance et l'entretien du dispositif, conformément aux instructions du fabricant, et de transmettre leurs observations au CDT périodiquement. À l'issue de la campagne, les radiobalises seront inspectées et leur état constaté. Les résultats montreront alors dans quelle mesure elles ont pu résister au régime vibratoire constant auquel elles ont été soumises ainsi qu'aux fluctuations cycliques de pression et de température dues aux décollages et aux atterrissages fréquents.

Rapport : aucun à ce jour
Durée : septembre 1989 - mars 1994
Financement :

Secrétariat national Recherche et sauvetage	190 000 $
CDT	62 000 $
Total	252 000 $

Numéros de projet : 6995, 6996, 6997
Numéro de dossier : 1455-189-2
Agent de projet : Howard Posluns

Évaluation d'une nouvelle famille de radiobalises de détresse pour l'aviation générale.

Détection du givrage des avions au sol

Le givrage des avions au sol est un problème préoccupant. Il est impératif donc que le personnel au sol puisse disposer d'informations suffisantes de nature à l'aider à prendre les moyens adéquats pour le combattre.

La recherche a débouché sur un prototype de capteur permettant de détecter la présence de givre, glace ou neige, de les différencier et d'en mesurer l'épaisseur. Il s'agit d'un dispositif fait d'un matériau dont les caractéristiques thermiques et mécaniques sont semblables à celles de la voilure et qui est appliqué de manière à s'encastrer dans les surfaces portantes et les gouvernes, qui doivent impérativement être libres de givre en vol.

Ultérieurement, les chercheurs construiront des prototypes de validation de principe qu'ils soumettront à des essais dans une soufflerie de givrage ainsi qu'en vol.

Contractant : Instrumar Ltd., St. John's (Terre-Neuve)
Rapport : non accessible en raison de l'information commerciale privilégiée qu'il renferme
Durée : mai 1989 - avril 1990
Financement : 256 927 $
Numéros de projet : 7273, 7275
Numéro de dossier : 1455-211
Agent de projet : Barry B. Myers

Séance d'entraînement pour les préposés au dégivrage des avions.
(Photo Air Canada)

Recherche sur les agents dégivrants

Les agents dégivrants ou antigivre AEA de type II, très répandus en Europe pour la protection des gros porteurs à réaction, commencent à se faire connaître en Amérique du Nord. Par temps de pluie surfondue, ces agents sont plus efficaces que ceux de type I parce que leur effet est plus durable; un avion arrosé avec un agent de type II peut donc attendre un peu plus longtemps avant de s'envoler. Ils ont par contre l'inconvénient de poser un problème d'ordre aérodynamique sur les avions dont la vitesse au décollage est inférieure à celle des gros porteurs, les avions de transport régional, par exemple. Étant donné que ces agents ne conviennent pas à cette catégorie d'avions, les chercheurs ont pensé circonvenir cet obstacle en imaginant une technique d'application particulière.

Pour approfondir l'effet des agents de type II sur la portance des avions de transport régional et pour en établir le bilan avantages-inconvénients, les chercheurs ont réalisé en maquette une aile d'un turboréacteur type équipée d'un volet sustentateur et l'ont éprouvée dans la soufflerie basses températures Lewis de la NASA à Cleveland (Ohio), dans des conditions simulant un décollage en hiver après application d'un agent de type II.

Ils sont en train de mettre la dernière main à la définition des critères d'acceptation et à l'élaboration des directives concernant l'application de ces agents et les décollages subséquents.

Contractant : de Havilland Aircraft of Canada Ltd., Downsview (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : septembre 1989 - octobre 1990
Financement : 225 000 $
Numéro de projet : 7489
Numéro de dossier : 1455-216
Agent de projet : Barry B. Myers

Essais des agents dégivrants

Les graves accidents d'avions qui se sont produits récemment durant le décollage dans des conditions de pluie surfondue ont précipité les recherches sur les techniques de prévention du givrage sur la voilure et les gouvernes des avions au moment du décollage. Les agents dégivrants ou antigivre utilisés ont une durée d'efficacité qui dépend des conditions de vent, de température et de précipitation. Or, on ne dispose d'aucune information chiffrée susceptible de déboucher sur une définition des critères de performances concernant ces agents.

La présente recherche consiste à élaborer des méthodes visant à approfondir le phénomène du givrage dans des conditions hivernales définies et à déterminer la durée d'efficacité des agents dégivrants sur le marché ou qui le seront bientôt. Des essais pratiques se déroulent à l'heure actuelle en six endroits dans l'Est du Canada, ainsi qu'aux États-Unis, en Europe et au Japon.

Pour être admissibles à ces essais, les agents proposés doivent passer par une étape préalable de caractérisation en soufflerie conduite par l'Université du Québec à Chicoutimi.

Le CDT a entrepris de coordonner les résultats des essais pratiques, d'en faire la synthèse et de les diffuser au sein de la collectivité aéronautique internationale.

Contractant : Les services de planification en aviation Ltée, Montréal (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : mars 1990 – juillet 1991
Financement : 180 000 $
Numéro de projet : 7697
Numéro de dossier : 1455-227
Agent de projet : Barry B. Myers

Expérimentation à St. John's. Les panneaux arrosés d'un agent dégivrant sont placés sur le montage que l'on voit sur la photo et protégés par la tente jusqu'au moment des essais.

Analyse des risques associés aux chaussées aéronautiques mouillées

Le nombre élevé d'incidents récents où des gros porteurs ont glissé sur des chaussées aéronautiques mouillées a incité le Bureau de la sécurité des transports du Canada à recommander que des recherches soient faites pour approfondir ce phénomène de manière à aider les pilotes à mieux évaluer l'état des chaussées au moment du décollage. Les règles de calcul en vigueur sont applicables aux chaussées à l'état sec ou à l'état saturé, sans égard à un état intermédiaire quelconque. Il devient donc impérieux de mieux connaître les risques associés à un décollage manqué, c'est-à-dire au roulage au sol et au freinage forcé qui l'accompagnent.

La présente étude cherche à évaluer les avantages d'un certain nombre de mesures visant à réduire les risques d'un décollage manqué en raison d'une chaussée mouillée. Les chercheurs étudient les caractéristiques de plusieurs types d'avions commerciaux afin de pouvoir calculer les risques associés à diverses conditions météorologiques et d'exploitation connues.

Ils sont arrivés à la conclusion qu'une convention internationale est nécessaire sur le mesurage du coefficient de frottement des chaussées lorsqu'elles sont « contaminées »; aussi ont-ils recommandé qu'une étude avantages-coût des différentes mesures envisagées soient lancée. Pour sa part, le CDT envisage de poursuivre les recherches à partir des résultats acquis.

Contractant : Sypher Mueller International Inc., Ottawa (Ontario)
Rapport : *(avant-projet)* Aircraft take-off performance on wet and contaminated runways. Sypher Mueller International Inc., 1990
Durée : août 1989 – mars 1991
Financement : 205 812 $
Numéro de projet : 7142
Numéro de dossier : 1455-203-2
Agent de projet : Barry B. Myers

Calcul du coût des accidents d'avions

Le modèle économétrique mis au point en 1981 avec le concours financier du CDT a permis au Groupe Aviation de Transports Canada, et à d'autres, d'analyser le coût des accidents d'avions au Canada. Fonctionnant sur un ordinateur Burroughs, il a utilisé les données rassemblées pour les années 1976 à 1979 et les coûts relatifs à 1981.

La présente recherche consiste à actualiser ce modèle et à l'améliorer, en lui permettant de fonctionner sur un PC d'IBM et en le reliant directement à la base de données sur les accidents appartenant au Bureau de la sécurité des transports du Canada. Les chercheurs consacreront une grande partie de leur temps à s'informer auprès des utilisateurs du modèle actuel sur les limites de celui-ci et sur les caractéristiques à donner au modèle envisagé pour qu'il puisse satisfaire aux besoins actuels et futurs.

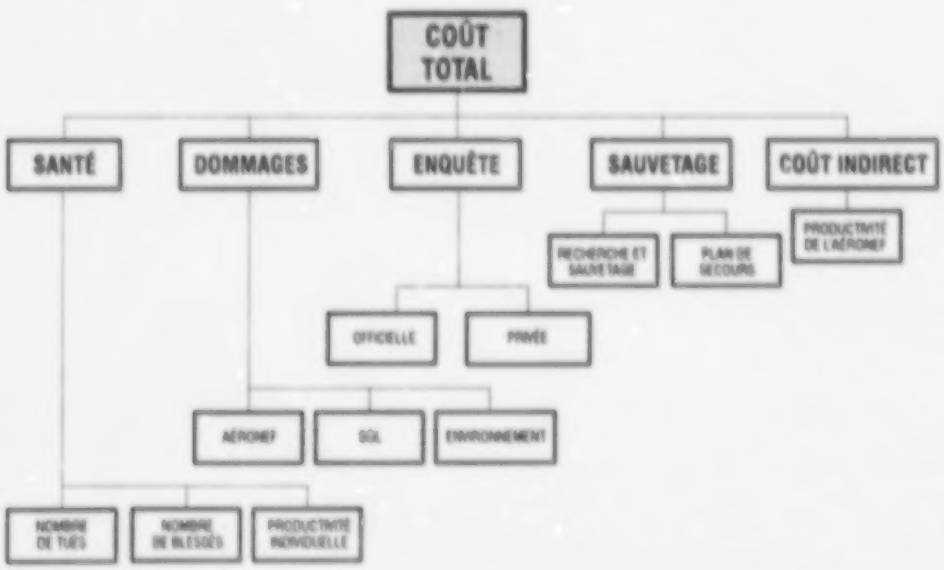
Le modèle actualisé permettra de réaliser une analyse de sensibilité et de prendre en compte les risques associés à tel ou tel facteur choisi, et de fournir ainsi la base sur laquelle asseoir une analyse fouillée des avantages-coût de tout changement proposé dans la réglementation, les procédures et les installations.

On s'attend que ce modèle puisse calculer le coût d'un accident répondant à un profil donné comme, par exemple, le cas d'un accident survenant de nuit, le ou les pilotes impliqués ayant moins de cinq années d'expérience. À partir de certaines caractéristiques accidentologiques, le modèle déterminera la valeur à donner aux paramètres clés, additionnera les coûts y relatifs et en tirera le coût total.

Contractant : James F. Hickling Management Consultants Ltd., Ottawa (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : février 1990 – mars 1991
Financement :

CDT	69 626 $
Bureau de la sécurité des transports du Canada	15 000 $
Total	84 626 $

Numéros de projet : 7208, 7539, 7540
Numéro de dossier : 1455-202
Agent de projet : Arjan Chandan



Organigramme du modèle de calcul.

Harnais de sécurité pour petits avions

Aujourd'hui, la moitié seulement des petits avions exploités commercialement au Canada sont équipés de harnais de sécurité pour l'équipage de conduite. À la demande de Transports Canada, Direction de la navigabilité, le CDT a parrainé une étude sur l'impact économique de la décision de rendre obligatoire l'installation de harnais de sécurité pour l'équipage de conduite de tous les petits avions commerciaux ainsi que des hélicoptères.

Une analyse des statistiques d'accidents depuis 1976 a permis d'obtenir une estimation du nombre de tués et de blessés en fonction du port ou non de harnais de sécurité. Cette recherche a montré que ceux-ci réduisent effectivement le nombre de pilotes tués ainsi que la gravité des blessures dans les accidents impliquant un petit avion ou un hélicoptère.

L'analyse des avantages économiques de l'installation en rééquipement de ces harnais dans les petits avions et les hélicoptères a montré qu'elle se justifie, et qu'elle peut être rentable même dans le cas d'aéronefs vieillis, à condition que leur exploitation se poursuive normalement pendant quelques années encore.

Contractant : Sypher Mueller International Inc., Ottawa (Ontario)

Rapport : TP 10525E, The regulatory and economic impact of mandatory requirements for shoulder harnesses in small commercial aeroplanes and commercial helicopters, Sypher Mueller International Inc., 1990

Durée : mai 1989 – novembre 1990

Financement : 82 475 $

Numéro de projet : 7257

Numéro de dossier : 1455-183-3

Agent de projet : William S.C. McLaren

Détection des aéronefs en surcharge

À la demande de la Direction Législation et application des règles du Groupe Aviation de Transports Canada, le CDT a entrepris l'essai de trois bascules portables de pesage dans le but de déterminer la plus performante sous l'angle de la détection des aéronefs en surcharge. La recherche a porté également sur des méthodes de prévention des surcharges dans le cas des hydravions et des avions à flotteurs.

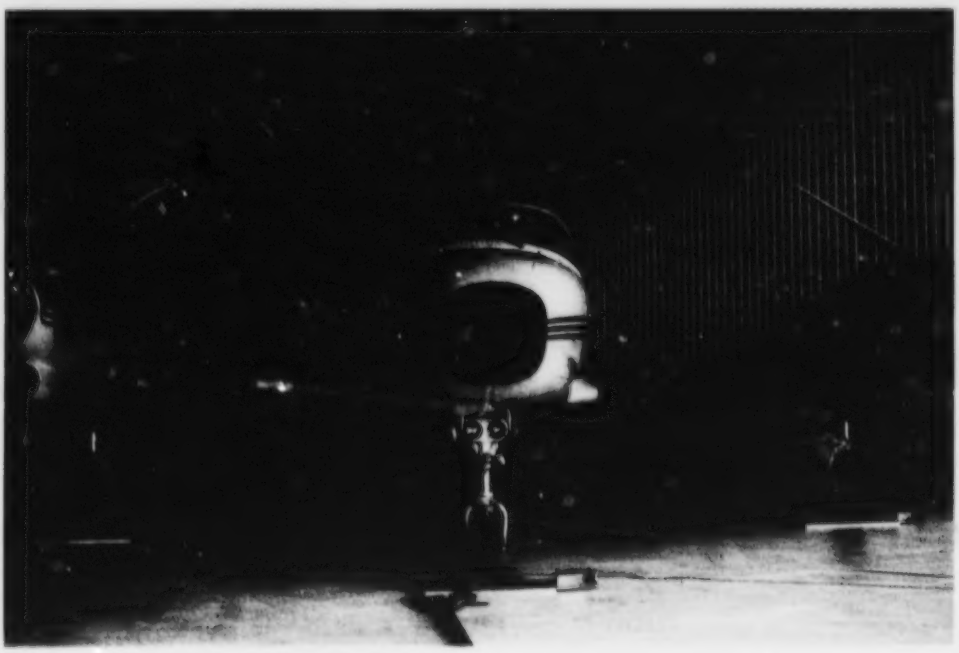
Les chercheurs ont retenu la bascule fabriquée par la firme suisse Haenni & Co. Ltd. pour des raisons d'exactitude, de hauteur et de poids des bascules, et de simplicité du fonctionnement. Ils ont ensuite procédé à des essais pratiques par temps venteux sur des aéronefs d'un poids total admissible de 65 000 lb, et ont élaboré un modèle mathématique permettant d'obtenir des facteurs de correction.

Les chercheurs ont constaté que la bascule sélectionnée donne des résultats fiables même lorsqu'il vente, à condition que le vent souffle de manière soutenue à 10 noeuds ou moins.

Dans le cas des hydravions et des avions à flotteur, la recherche a montré que, par temps calme, il est possible de mettre en évidence un état de surcharge en vérifiant la ligne de flottaison par rapport à deux repères placés d'un même côté sur chacun des flotteurs.

En facilitant l'application de la réglementation en vigueur, ces contrôles permettent de réduire le nombre d'aéronefs en surcharge ou mal centrés.

Contractant : Les services de planification en aviation Ltée, Montréal (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : janvier 1990 - mai 1990
Financement : 50 000 $
Numéro de projet : 7474
Numéro de dossier : 1455-209
Agent de projet : Sesto Vespa



Un Piper Cheyenne sur la bascule de pesage Haenni.

Feux stroboscopiques contre le péril aviaire

Le péril aviaire constitue un danger très réel pour les aéronefs, surtout dans la phase délicate de l'atterrissage ou du décollage, mais des collisions à grande vitesse ne sont pas à exclure et ont même été signalées à plus d'une reprise. Les conséquences peuvent être graves car un oiseau pesant une livre et entrant en collision avec un avion volant à 300 noeuds développe à l'impact une force d'environ 3 000 lb. Il faut donc trouver un moyen permettant, non de détruire les oiseaux, mais de les empêcher de constituer une telle menace en les dispersant. Or des recherches menées en Suède et en France ont montré l'aptitude des feux lumineux à éloigner les oiseaux.

Les chercheurs ont voulu approfondir l'idée de se servir de feux stroboscopiques embarqués pour prévenir les collisions avec des oiseaux. Pour cela, ils ont fait une recherche documentaire des ouvrages traitant du comportement des oiseaux face à un feu lumineux, et ont élaboré des spécifications fonctionnelles concernant l'optimisation des feux stroboscopiques.

Étant donné qu'aucun feu sur le marché n'est susceptible de satisfaire aux exigences définies, il a fallu lancer une recherche complémentaire financée par le ministère de la Défense nationale et par le Groupe Aéroports de Transports Canada, dans le but de mettre au point et d'expérimenter un prototype fonctionnel. Si les résultats sont positifs, trente feux seront fabriqués et installés à bord d'avions civils canadiens aux fins d'une évaluation en service sur une durée de deux ans.

Contractant : Delta Environmental Management Group Ltd., Calgary (Alberta)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : mai 1989 - octobre 1993
Financement : 30 013 $
Numéros de projet : 7281, 7461
Numéro de dossier : 1455-121
Agent de projet : Trevor N. Smith

Contractant : à déterminer
Rapport : aucun à ce jour
Durée : juin 1990 - octobre 1993
Financement :

Défense nationale	200 000 $
CDT	160 000 $
Groupe Aéroports	40 000 $
Total	400 000 $

Numéro de projet : 7628
Numéro de dossier : 1455-121
Agent de projet : Trevor N. Smith

Système expert pour l'aménagement de l'espace aérien

Cette recherche concerne le système d'aménagement de l'espace aérien canadien (ADES), outil assisté par ordinateur pour la conception de trajectoires d'approche et de voies de navigation aérienne aux instruments. Il est relié à des bases de données haute fidélité réalistes représentant aussi bien la région survolée que les obstacles qui la jalonnent, et à un système expert à base de règles. Il permet de visualiser des cartes de courbes de niveau bidimensionnelles et des vues détaillées en 3D où sont affichées les caractéristiques géographiques et navigationnelles de la région étudiée. Grâce à cet outil, il sera possible d'optimiser l'emplacement et l'orientation des pistes d'atterrissage, des trajectoires d'approche et des couloirs de navigation aérienne. L'utilisateur peut déplacer son point d'observation en 3D dans toutes les directions pour vérifier les infractions aux règles inscrites dans le système expert.

Ce système d'aménagement a été enrichi de nouvelles applications, à savoir l'examen des critères applicables à l'étude d'aides nouvelles à la navigation aérienne, l'examen des critères modifiés applicables aux voies d'approche rendues possibles grâce au système d'atterrissage hyperfréquences et à l'affichage dans la cabine de pilotage de visuels d'approche complétant les indications des instruments.

Une recherche connexe a étudié la possibilité d'utiliser l'imagerie fournie par le satellite SPOT pour créer des cartes altimétriques numérisées. Des vues cartographiques réalistes peuvent ainsi être obtenues, de même que la classification des occupations du sol.

Contractants : Virtual Prototypes Inc., Montréal (Québec) et Horler Information Inc., Ottawa (Ontario)

Rapports : *(recherche antérieure)* TP 9601E, An airspace design system using a graphics workstation – the pilot project, Virtual Prototypes Inc., 1988

TP 10651E, Feasibility of using satellite imagery in ADES, Horler Information Inc., 1990

Durée : juillet 1989 - octobre 1992

Financement :

CDT	532 549 $
Groupe Aviation	532 549 $
Total	1 065 098 $

Numéros de projet : 7159, 7505, 7522, 7523

Numéro de dossier : 1455-177-4

Agent de projet : Barry B. Myers

Ci-dessus, étude sur écran d'une trajectoire d'approche pour l'aéroport de Pemberton équipé d'un système d'atterrissage hyperfréquences.

À gauche, carte montrant les courbes de niveau de la vallée de Pemberton (C.-B.) à laquelle a été surimposée une vue détaillée.

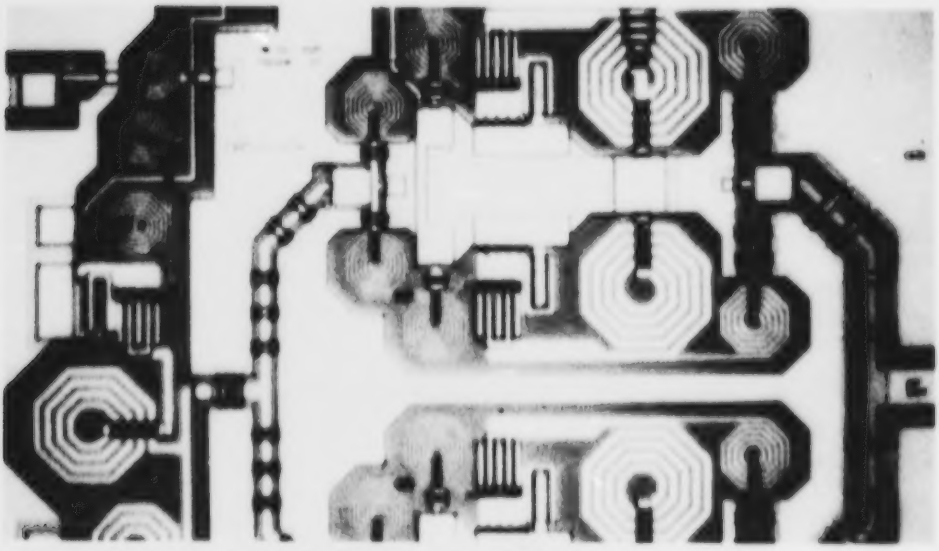
Circuits MMIC

Bien que simple, la configuration actuelle des antennes du système d'atterrissage hyperfréquences MLS n'est pas sans inconvénient. Exemple, le taux accru de défaillances dues aux densités de puissance élevées dans le réseau d'antennes à commande de phase. En l'absence d'une sécurité par redondance, une panne de l'émetteur entraînera la défaillance totale du système. Or, des modules d'émission à circuits hyperfréquences à intégration monolithique MMIC intégrés dans le réseau d'antennes MLS permettront de pallier cet inconvénient.

Transports Canada a entrepris un programme de R&D à long terme visant la réalisation et l'essai au Canada de puces MMIC en arséniure de gallium, corps semi-conducteur combinant l'arsenic au gallium. L'intégration à grande échelle qu'elles autorisent promet une plus grande fiabilité, une consommation réduite et un meilleur contrôle des signaux.

Le CDT s'est joint au Centre de recherches sur les communications de Communications Canada pour développer des puces MMIC destinées aux antennes MLS à commande de phase. Comme elles émettent des ondes hyperfréquences, on les utilisera éventuellement pour générer les faisceaux hyperfréquences et les orienter en forme d'éventail. La recherche a d'ores et déjà débouché sur des déphaseurs et des amplificateurs de puissance qui seront, lors de recherches complémentaires, assemblés en modules, intégrés au réseau d'antennes MLS à commande de phase et soumis à des essais d'évaluation.

Contractant : Centre de recherches sur les communications, Communications Canada, Ottawa (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : octobre 1987 - avril 1992
Financement : 1 031 200 $
Numéro de projet : 7364
Numéro de dossier : 1455-153-9
Agent de projet : Louis A. Poulin



Amplificateur à circuits MMIC implanté dans le matériel MLS au sol.

Équipement de surveillance du matériel MLS

La présente recherche comporte plusieurs volets visant à faire en sorte que les matériels MLS canadiens répondent aux normes de performances et aux spécifications de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Parmi les actions au programme, il y a celle qui consiste à mettre au point un équipement de surveillance autonome complétant le contrôleur intégré du logiciel de commande, et celle qui vise le développement de sous-systèmes de matériel et de logiciel informatiques.

Les chercheurs approfondissent la fiabilité et l'intégrité du matériel MLS canadien, l'analysent sous l'angle des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité par rapport aux spécifications et étudient une nouvelle alimentation collective pour l'antenne d'azimut MLS devant permettre à tous les circuits hyperfréquences de conserver leurs caractéristiques dans toute la plage des températures de service. Ils conduiront des essais climatiques pour déterminer la sensibilité des circuits hyperfréquences à la température et à l'humidité.

Après les essais de conformité aux normes de l'OACI, le matériel subira des essais en service destinés à vérifier qu'il répond bien aux exigences définies par Transports Canada.

Contractant : Micronav International Inc., Sydney (Nouvelle-Écosse)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : octobre 1988 – avril 1991
Financement : 339 664 $
Numéro de projet : 7054
Numéro de dossier : 1455-153-7
Agent de projet : Micha Avni

Interrogateur pour appareil de mesure précise des distances

Le système d'atterrissage hyperfréquences MLS qui doit être implanté au Canada d'ici 1998 fait appel, pour la mesure précise des distances, à des transpondeurs pour lesquels des essais de qualification et des contrôles rigoureux sur le terrain sont nécessaires.

Or, il n'existe pas encore sur le marché des interrogateurs pouvant servir à ces contrôles. Pour combler cette lacune, les chercheurs ont analysé les besoins, colligé des spécifications techniques et réalisé une étude conceptuelle concernant le matériel informatique et le logiciel de commande nécessaires, compte tenu des exigences de Transports Canada en matière de vols d'inspection. L'étude a également produit une estimation détaillée du coût à consentir pour le développement et la mise en oeuvre futures de ce dispositif.

La recherche a montré que le développement de l'interrogateur est techniquement faisable. Quant à la fabrication en série de cet appareil, elle dépendra de la demande qui est, elle, étroitement liée à l'adoption généralisée de procédures d'approche MLS nécessitant la mise en oeuvre d'appareils DME/P pour la mesure précise des distances.

Contractant : Compagnie Marconi Canada, Montréal (Québec)
Rapport : non accessible en raison de l'information commerciale privilégiée qu'il renferme
Durée : janvier 1989 - avril 1990
Financement : 120 000 $
Numéro de projet : 7134
Numéro de dossier : 1455-184-3
Agent de projet : C. Alfred Versailles

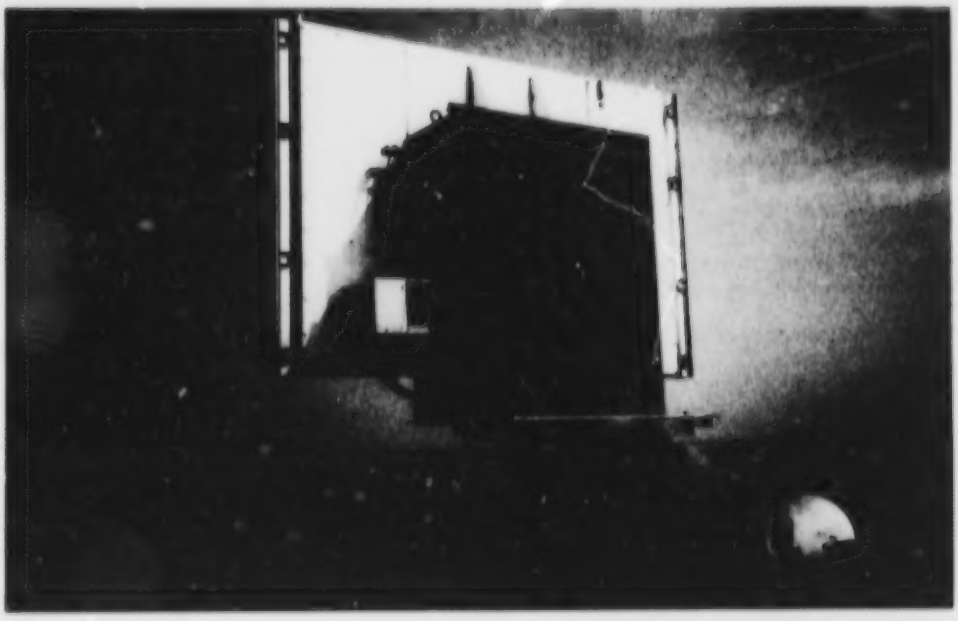
Localisation du centre de phase d'une antenne MLS

Les antennes du système d'atterrissage hyperfréquences devant être implanté dans les aéroports canadiens doivent auparavant être vérifiées dans des conditions contrôlées, c'est-à-dire à une portée de quelque centaines de mètres au sol. Or, à cette distance, le centre de phase de l'antenne doit être localisé avec la plus grande précision.

Jusqu'à présent, les résultats des essais de localisation avaient été corrigés et interprétés en tenant pour admissibles certaines valeurs sans fondement justifiable analytiquement. Les anomalies constatées de temps à autre dans le comportement du faisceau étaient alors attribuées à des inexactitudes dans les valeurs acceptées. La présente recherche s'est attachée à trouver une base scientifique solide sur laquelle asseoir cet aspect des essais du système MLS. Elle a débouché sur un modèle mathématique permettant de localiser le centre de phase de l'antenne au moment du balayage de l'espace par le faisceau. Elle a également tenu compte de certaines influences extérieures sur cette localisation.

Le modèle mathématique élaboré permet de localiser le centre de phase d'une antenne quelconque. Il peut être démontré qu'il est impossible de représenter par la seule mathématique une antenne réelle, sans erreur sur l'amplitude et la distribution théoriques des mouvements du centre de phase de celle-ci. Dans la pratique, les erreurs de fabrication, les conditions d'exploitation et autres facteurs exercent une grande influence sur ces paramètres à l'échelle du réseau d'antennes. À leur tour, ces facteurs créent une incertitude autour de la localisation exacte du centre de phase. Il est donc indispensable que le contrôle à moyenne distance du réseau d'antennes hyperfréquences au sol se fasse en tenant compte de ces contraintes, et que les résultats soient interprétés en conséquence.

Contractant : University of Manitoba, Winnipeg (Manitoba)
Rapport : TP 10517E, Phase centre determination of MLS antenna systems, phase I, University of Manitoba, 1990
Durée : juillet 1989 - septembre 1990
Financement : 82 970 $
Numéro de projet : 7327
Numéro de dossier : 1455-153-8
Agent de projet : Micha Avni



Antenne du système d'atterrissage hyperfréquences.

Systèmes de navigation aérienne du futur

Le projet FANS sur les systèmes de navigation aérienne du futur, présentement étudié par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) est conçu pour pallier les lacunes du système actuel et pour répondre aux besoins futurs de l'aviation internationale en matière de services intégrés de communication, navigation et surveillance dans l'optique de la gestion de la circulation aérienne.

Ce projet a débouché sur la présentation de sept communications techniques au groupe de travail du Comité spécial FANS de l'OACI réuni en mai 1990. Ces communications, réalisées par la délégation canadienne au comité en question, portaient notamment sur un marché type pour des services mobiles aéronautiques par satellite (SMAS), la description du système SMAS, une étude sur le rapport avantages-coût des systèmes FANS et des considérations générales concernant l'organisation de l'espace aérien canadien et la gestion de la circulation aérienne internationale.

Parallèlement, une étude menée dans le cadre de ce projet aborde les avantages économiques des techniques satellitaires susceptibles de répondre aux besoins futurs en matière de navigation aérienne.

Contractant : Thompson-Hickling Aviation Inc., Ottawa (Ontario)
Rapport : communications non publiées
Durée : janvier 1990 – mars 1992
Financement : 124 377 $
Numéros de projet : 7694, 7496
Numéro de dossier : 1455-217
Agent de projet : Louis A. Poulin

Système expert pour prévisions météorologiques

L'objectif de cette recherche est d'élaborer, de développer et de mettre à l'essai un prototype de système expert appelé STRATUS et destiné à aider le météorologue dans la production de prévisions fiables sur l'étendue des nuages bas. Un des avantages de ce système est de réduire le nombre de spécialistes affectés à cette tâche tout en rendant plus sûre la navigation aérienne.

Par des calculs fondés sur des principes physiques fondamentaux qui gouvernent l'existence des nuages bas, les chercheurs se sont attelés à la tâche de modéliser les phénomènes météorologiques. STRATUS met en œuvre deux processus distincts : la prévision des nuages bas et l'évolution dans le temps des facteurs entraînant la formation de ceux-ci, et le diagnostic de nuages bas par une analyse instantanée de ces mêmes facteurs dans le but de déterminer l'étendue de ces nuages.

Le module de diagnostic permet de connaître avec exactitude le plafond des nuages, son altitude et le pourcentage de leur étendue. Quant au module de prévision, dont le premier prototype est achevé, les chercheurs s'occupent de l'affiner davantage.

Contractant : Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM), Montréal (Québec)

Rapport : *(recherche antérieure)* TP 10204F, Développement d'un système expert pour les prévisions météorologiques des aéroports, CRIM, 1990

Durée : mars 1990 – août 1991

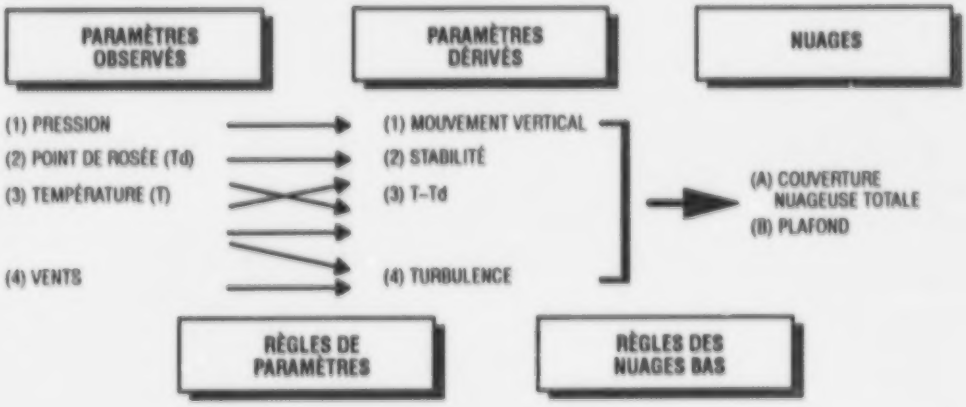
Financement :

Industrie, Sciences et Technologie Canada	419 000 $
CDT	125 000 $
Groupe Aviation	115 000 $
Service de l'environnement atmosphérique	62 000 $
Défense nationale	42 000 $
Total	763 000 $

Numéros de projet : 7421, 7422, 7423, 7424

Numéro de dossier : 1455-215

Agent de projet : Howard Posluns



Modèle qualitatif de diagnostic STRATUS.

Enseignement assisté par ordinateur pour électroniciens

Le personnel d'entretien des systèmes électroniques utilisés pour le contrôle de la circulation aérienne : radars et télécommunications, reçoit la formation périodique indispensable, à l'extérieur. Or, un enseignement assisté par ordinateur (EAO) sur poste mobile serait, en l'occurrence, un atout inestimable.

Dans le cadre d'un projet antérieur, les chercheurs avaient approfondi le concept des postes de travail sous l'angle ergonomique et fonctionnel, et réalisé en vraie grandeur la maquette d'un poste dont l'architecture avait été choisie parmi trois variantes envisagées au départ.

La présente recherche consiste à amener la maquette au stade de prototype équipé de deux progiciels EAO et à l'évaluer des points de vue ergonomique et efficacité comme aide didactique. À terme, il permettra au Groupe Aviation de Transports Canada d'élaborer des lignes directrices concernant la conception des postes EAO du futur.

Contractant : Sypher Mueller International Inc., Ottawa (Ontario)

Rapport : *(recherche antérieure)* TP 8742E, Ergonomically designed workstation for training of electronic systems maintenance technicians, 2 tomes, Sypher Mueller International Inc., 1988

Durée : février 1990 – décembre 1991

Financement :

CDT	586 043 $
Groupe Aviation	250 000 $
Total	836 043 $

Numéros de projet : 7282, 7283, 7284

Numéro de dossier : 1355-166

Agent de projet : Ruth M. Heron

Prototype du poste de travail pour l'enseignement assisté par ordinateur.

Tomographie par magnéto-encéphalographie

La sélection des personnes aptes à recevoir la formation leur permettant de devenir des contrôleurs de la circulation aérienne est une tâche ardue et exigeante en temps et en argent. Un moyen permettant de mesurer avec précision la réaction des candidats au stress serait éminemment utile pour procéder aux premières éliminations.

La présente recherche a pour objet la mise au point d'un appareil multi-voies de tomographie par magnéto-encéphalographie qui pourra enregistrer en même temps toute l'activité cérébrale du sujet et permettra, de la sorte, d'obtenir une représentation graphique des fonctions motrices, sensorielles et cognitives de celui-ci.

Les chercheurs ont commencé par vérifier l'aptitude de l'appareil à déceler les modifications pouvant être attribuées à un manque de concentration ou à un état d'irritation produits par un état de veille prolongé. Ils ont ensuite utilisé le magnéto-encéphalographe pour analyser les effets d'un manque de sommeil et d'autres facteurs sur les performances d'un opérateur dont il est requis qu'il puisse soutenir pendant longtemps un effort de concentration sans que ses facultés professionnelles n'aient à en souffrir.

Les résultats de cette recherche sont mis à profit pour mettre au point un système permettant de reconnaître les sujets aptes à rester performants dans un milieu contraignant.

Contractant : CTF Systems Inc., Port Coquitlam (Colombie-Britannique)

Sous-traitant : Brain Behaviour Laboratory, Simon Fraser University, Burnaby (Colombie-Britannique)

Rapport : *(recherche antérieure)* TP 7508E, Magnetoencephalographic signals : source location, Brain Behaviour Laboratory, Simon Fraser University, 1987

Durée : novembre 1988 – mai 1990

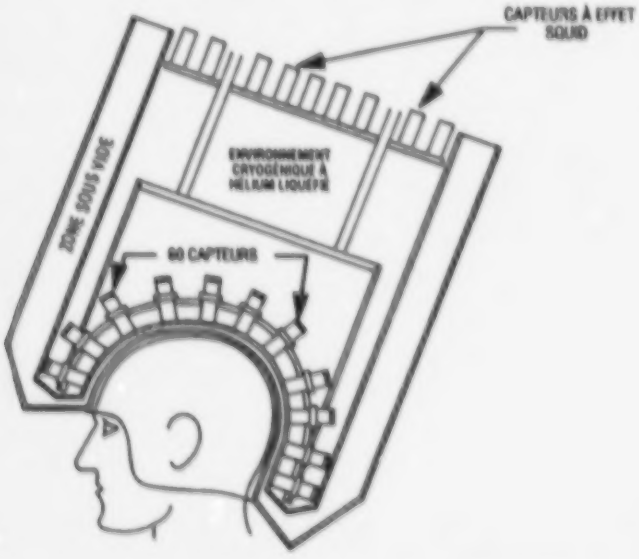
Financement :

Approvisionnements et Services Canada	600 000 $
Défense nationale	160 000 $
CTF Systems Inc.	104 553 $
CDT	100 000 $
Total	964 553 $

Numéro de projet : 7191

Numéro de dossier : 1450-146-2

Agent de projet : Ruth M. Heron



Rendu artistique du magnéto-encéphalographe.

Système expert pour la résolution des conflits ATC

Lorsque la distance réglementaire entre les aéronefs en vol cesse d'être respectée, la cause peut en être soit une défaillance du système, soit une erreur humaine. Un système expert fondé sur l'expérience et le raisonnement de contrôleurs et de pilotes chevronnés pourrait servir comme aide utile à la décision dans une vaste gamme de conditions opérationnelles. Or, les progrès enregistrés dans le domaine des systèmes experts à base de connaissances sont tels que la perspective de leur utilisation en contrôle de la circulation aérienne, et dans des domaines connexes tels que la planification et la formation, n'est guère lointaine.

Les chercheurs se sont attaqués à la réalisation de deux systèmes experts : un pour la prévision des trajectoires incompatibles, à partir des informations contenues dans les plans de vol, et un autre pour la résolution urgente et en temps réel des conflits à partir des données radar. Pour ce dernier, les chercheurs se serviront des algorithmes servant au calcul des trajectoires dans un espace aérien non protégé par radar et qu'ils adapteront en conséquence.

Contractant : CompEngServ Ltd., Ottawa (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : novembre 1989 - décembre 1991
Financement :

CDT	556 102 $
Industrie, Sciences et Technologie Canada	260 000 $
Total	816 102 $

Numéro de projet : 7339
Numéro de dossier : 1455-200-2
Agent de projet : Yves Le Borgne

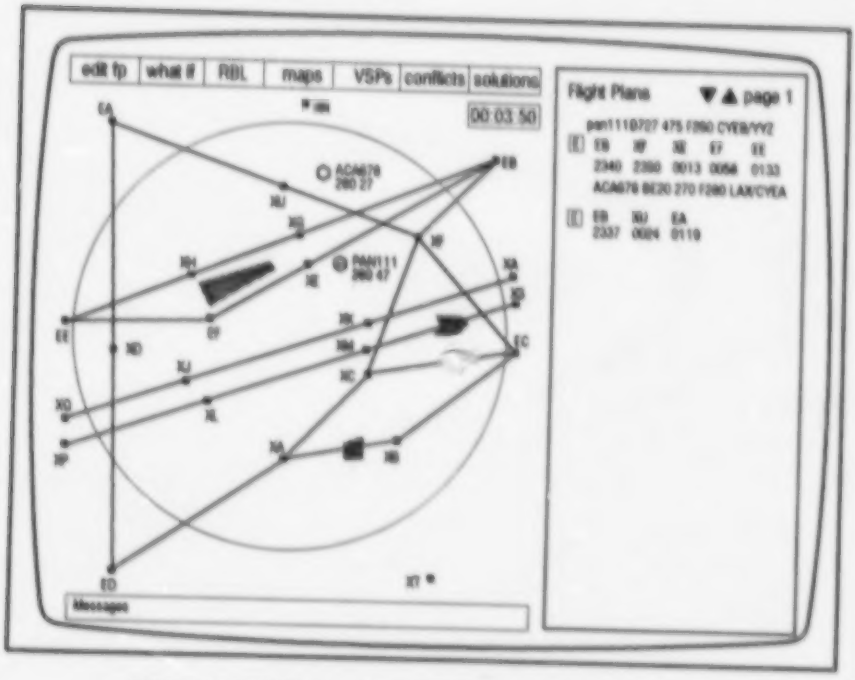


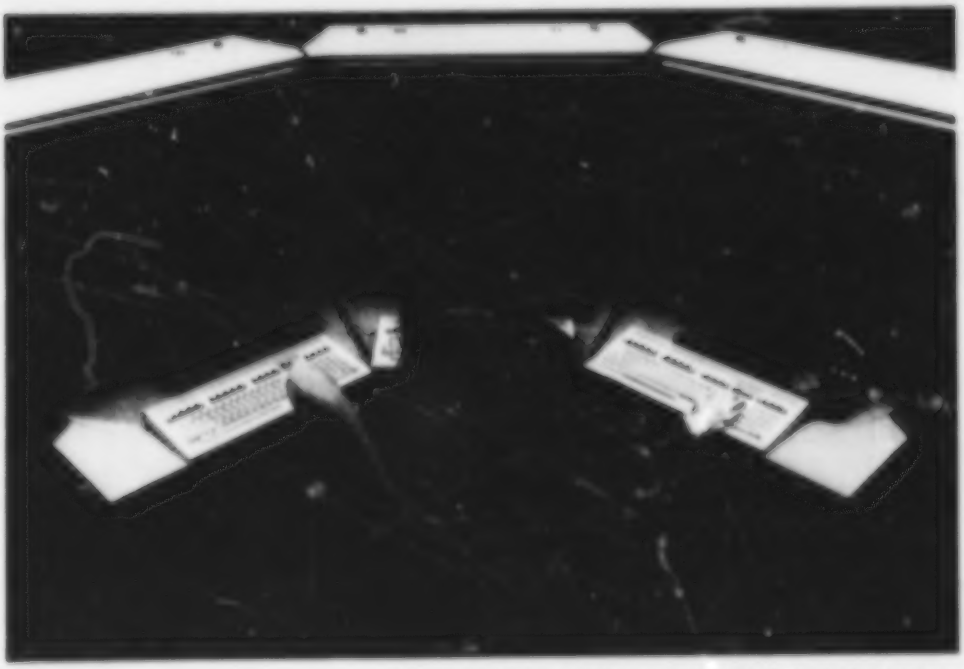
Schéma de l'affichage sur écran des données relatives aux vols pris en charge par le contrôleur.

Affichage des informations météorologiques en ATC

Des informations météorologiques fiables et opportunes sont indispensables à la conduite d'opérations aériennes sûres et rentables. La quantité d'information météo actuellement disponible est très vaste et il y en aura beaucoup plus lorsque le système d'automatisation des opérations ATC (CAATS) sera mis en service vers le milieu des années 1990. Or ce projet s'articule autour d'un poste de travail ATC standardisé où seront affichées toutes les informations nécessaires : données radar numérisées, plans de vol, météo, sur des écrans de visualisation en couleurs haute définition et de grandes dimensions exploitant la technologie avancée de l'infographie à balayage.

La recherche lancée a consisté à cerner les informations météo indispensables pour les opérations ATC et à déterminer le meilleur procédé de visualisation. Se servant du poste de travail ATC standardisé, les chercheurs ont analysé l'information fournie ou à être fournie par le Service de l'environnement atmosphérique d'Environnement Canada, ainsi que par les divers autres organismes nationaux ou internationaux. Ils ont analysé aussi les diverses fonctions ATC et ont défini et classifié l'information météo nécessaire à chacune d'elles et à chacun des systèmes automatiques en place. Enfin, ils ont pesé l'importance relative de chacune des informations devant apparaître sur les écrans et ont procédé à un tri justifié par la nécessité de ne pas surcharger les écrans. Il ne leur reste donc plus qu'à analyser les résultats de la recherche et à proposer un procédé de visualisation qui réponde aux besoins particuliers des opérateurs ATC.

Contractant : MacDonald Dettwiler and Associates, Richmond (Colombie-Britannique)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : janvier 1990 – juin 1991
Financement : 106 899 $
Numéro de projet : 7329
Numéro de dossier : 1455-174-3
Agent de projet : Howard Posluns



Le poste de travail ATC commun proposé s'articulera autour du matériel AMD-44 de Hughes.

Affichage en couleurs de l'information ATC

À mesure que les responsabilités incombant aux contrôleurs de la circulation aérienne prennent de l'ampleur, des mesures doivent être prises pour alléger la charge de travail qui pèse sur eux. Un moyen d'y parvenir est de doter les postes de travail ATC de visualisations en couleurs de façon à atténuer la fatigue et le stress tout en augmentant la productivité.

Après un tour d'horizon global de la documentation portant sur les afficheurs vidéo en général, et ceux utilisés par les contrôleurs de la circulation aérienne en particulier, les chercheurs ont analysé les facteurs et les difficultés reliés à l'emploi de l'affichage en couleurs dans un domaine aussi spécialisé. Ils ont pris en compte les caractéristiques visuelles de l'humain, les facteurs ergonomiques, les technologies connues, les modes de présentation ainsi que la nature particulière des tâches en ATC.

À partir de là, ils ont élaboré des lignes directrices concernant la sélection des couleurs, leur nombre, la luminance et la brillance des écrans, les caractéristiques de contraste et de lisibilité, la taille des symboles et le réglage de la brillance et du contraste.

Le Groupe Aviation de Transports Canada a transmis le rapport issu de cette recherche à la Federal Aviation Authority des États-Unis dans le cadre de l'entente canado-américaine sur les échanges d'information.

Contractant : Thompson-Hickling Aviation Inc., Ottawa (Ontario)
Rapport : TP 10532E, The use of colour on air traffic control displays, Thompson-Hickling Aviation Inc., 1990
Durée : janvier 1990 - novembre 1990
Financement : 65 158 $
Numéro de projet : 7330
Numéro de dossier : 1455-174-2
Agent de projet : Roy S. Nishizaki

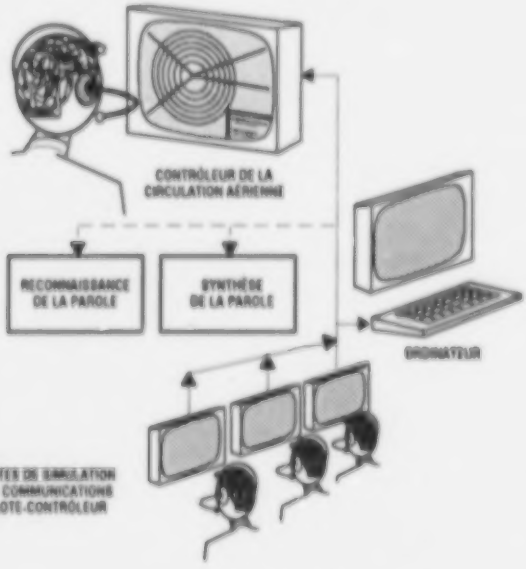
Système d'entrée vocale pour postes ATC

L'équipe chargée de cette étude a cherché à intégrer la reconnaissance de la parole dans le processus du contrôle de la circulation aérienne (ATC), dans le but de remplacer le clavier de commande par un dispositif automatique à commande vocale. Un prototype pourra aider le Centre de recherche et d'expérimentation du Groupe Aviation à évaluer les possibilités de nouveaux outils pour la formation des contrôleurs. Les systèmes sélectionnés dans ce contexte ont été le Système d'affichage de l'information opérationnelle (OIDS) et le Processeur de l'information visuelle (VIP). Les deux applications envisagées ont été les postes ATC dont on veut éliminer les dispositifs d'entrée à souris ou à clavier et les postes de simulation des communications pilote-contrôleur que l'on veut éliminer totalement. Ces applications requièrent un vocabulaire de 500 mots et un réseau syntaxique de 400 noeuds.

Dans le secteur ATC, l'application visant à adjoindre au clavier un dispositif d'entrée vocale servira à enregistrer les heures d'arrivée et de départ, à commander l'éclairage des pistes et à s'informer sur la météo et l'état des pistes. Elle permettra également de surveiller, côté ATC, les conversations contrôleur-pilote intéressant les autorisations d'atterrir, de décoller ou de traverser une piste. La sécurité y gagnerait d'autant plus que les études montrent qu'une grande partie des incidents aéronautiques sont le résultat d'obstacles bloquant inopinément les pistes.

La recherche sur un dispositif d'entrée vocale a comporté les phases suivantes : définition des besoins, sélection du matériel, étude du système, intégration du logiciel et évaluation. Les résultats montrent un taux de réussite de 89 p. 100. La recherche a débouché sur un système expérimental d'entrée/sortie vocale pouvant supplanter les postes de simulation des communications pilote-contrôleur et dont l'application en ATC est maintenant envisagée dans les domaines de la formation au radar d'approche et au langage ATC.

Contractant : CAE Electronics Ltd., Saint-Laurent (Québec)
Rapport : *(avant-projet)* Development of a prototype voice entry system for ATC, CAE Electronics Ltd., 1991
Durée : septembre 1988 - novembre 1990
Financement : 328 394 $
Numéro de projet : 7050
Numéro de dossier : 1455-201
Agents de projet : James Reid, Yves Le Borgne



Un dispositif d'entrée vocale remplacera les postes de simulation des communications pilote-contrôleur.

Étude des besoins en radionavigation au Canada

Plusieurs études importantes ont depuis peu été entreprises au Canada et aux États-Unis dans le but de réévaluer les technologies de radionavigation et leurs utilisations possibles. Le développement de systèmes de radionavigation aux applications multiples tels que le Système de positionnement global (GPS), et la demande accrue pour des services de radionavigation maritime, terrestre et aérienne ont précipité l'utilité d'une étude rationnelle des besoins futurs du Canada, à l'instar de ce qui a été fait aux États-Unis dans le cadre de leur National Radionavigation Plan. Faute de quoi, le risque de double emploi sera réel et la gestion des systèmes, cahotique.

Le but fixé à cette étude était d'analyser l'évolution probable des services de radionavigation dans les années à venir, et de définir une tactique rationnelle en vue d'en faire l'intégration. Les systèmes de radionavigation et de radiolocalisation ont été regroupés comme suit : systèmes actuels de radionavigation de surface tels que LORAN-C, radar du type Doppler, systèmes avancés de commande des trains; systèmes actuels de radionavigation et de radiolocalisation satellitaires tels que GEOSTAR, SARSAT et, enfin, les systèmes futurs tels que GPS, MSAT, NAVSAT.

Les chercheurs ont défini les besoins en radionavigation, recensé les fournisseurs et mené des interviews auprès des spécialistes dans ce domaine et des utilisateurs actuels et futurs. Puis, ils ont produit une estimation de l'utilisation actuelle des divers systèmes de radionavigation-radiolocalisation et fait une étude prospective des besoins à l'horizon 2000.

Contractant : Thompson-Hickling Aviation Inc., Ottawa (Ontario)
Rapport : TP 9452E, Radionavigation/Location requirements for surface users in Canada : Present and future, Thompson-Hickling Aviation Inc., 1989
Durée : septembre 1987 – janvier 1990
Financement : 165 000 $
Numéro de projet : 6931
Numéro de dossier : 1455-192
Agent de projet : Barry B. Myers

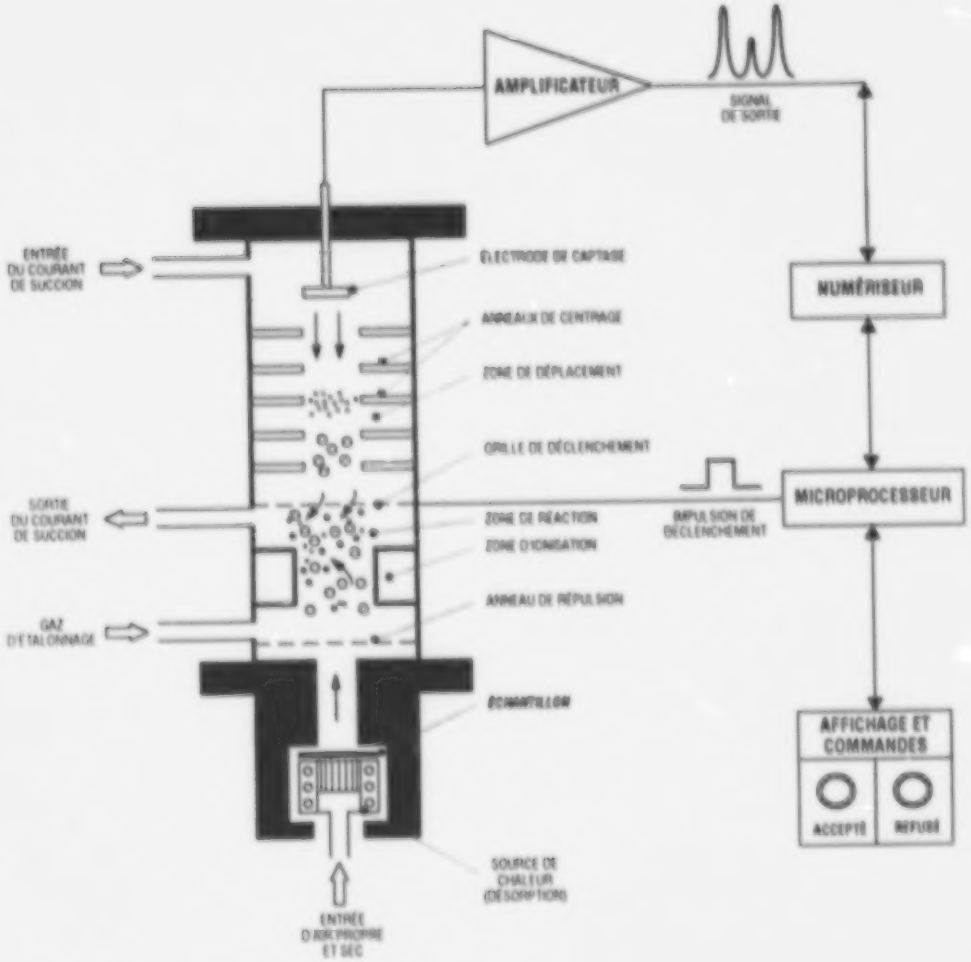


Schéma de principe du spectromètre à mobilité ionique.

Détection d'explosifs par spectrométrie à mobilité ionique

Les aéroports et les avions sont de plus en plus souvent la cible de menaces d'attentat à la bombe et le besoin d'un système de détection rapide des explosifs se fait sentir avec beaucoup d'acuité. La présente recherche avait pour but d'affiner un détecteur à mobilité ionique (DMI) réalisé sous forme de premier prototype au cours de travaux antérieurs financés par le CDT.

Conçu de prime abord pour aider les autorités douanières et policières dans la détection de drogues illicites, ce dispositif fonctionne comme un aspirateur. L'air et les particules qu'il aspire sont ionisés. Les ions, de taille et de polarité différentes, transitent dans une petite sonde à une vitesse qui leur est propre. Ce qui permet de les caractériser par comparaison aux ions de substances illicites connues et de déclencher un avertissement sonore le cas échéant.

Il a été démontré que le dispositif peut détecter la présence de matières explosives en 6 secondes ou moins. Après avoir évalué les possibilités réelles, les chercheurs ont pu déterminer la meilleure manière de l'intégrer au système d'inspection radioscopique en usage.

Contractant : Barringer Research Ltd., Rexdale (Ontario)
Rapport : non accessible en raison de l'information commerciale privilégiée qu'il renferme
Durée : octobre 1988 - novembre 1990
Financement : 249 362 $
Numéro de projet : 7102
Numéro de dossier : 1455-173-4
Agent de projet : Maurice Audette

Détecteur d'explosifs par spectrométrie à mobilité ionique.

Contrôle radioscopique automatisé des bagages

Dans le but d'améliorer encore plus le contrôle de sécurité des bagages à main, Transports Canada se tourne vers les systèmes de détection automatique des objets dangereux. Grâce à eux, il espère pouvoir accroître la sécurité tout en réduisant les coûts d'exploitation par un accroissement de la cadence d'inspection.

Le but de la recherche était de réaliser le prototype d'un système de contrôle radioscopique fonctionnant en temps réel et assisté par ordinateur. Étant donné que les images fournies peuvent présenter des difficultés d'interprétation et nécessitent une intense concentration de la part de l'opérateur, le système met automatiquement en relief et en couleurs tout objet suspect, armes à feu et armes blanches par exemple, et il lance un avertissement sonore. L'opérateur peut alors sélectionner une des icônes affichées sur l'écran tactile et approfondir son examen de cet objet en faisant appel à diverses techniques de traitement de l'imagerie. Ces opérations sont effectuées par des transordinateurs (ordinateurs dotés de plusieurs unités de traitement parallèle) et pilotées par un ordinateur personnel.

Ce prototype a satisfait aux exigences en effectuant l'inspection à la cadence de 12 pièces de bagage à la minute, dont il a détourné 15 p. 100 environ en vue d'une inspection manuelle. Le taux de détection d'une arme à feu a été de quelque 90 p. 100 et celui des fausses alarmes, de 10 p. 100; il convient de souligner que les objets à l'origine de ces fausses alarmes étaient tous de nature peu courante. Quant aux opérateurs, ils ont trouvé le système facile à mettre en œuvre et se sont rapidement familiarisés avec son fonctionnement.

Des recherches complémentaires ont été lancées en vue d'élargir les fonctionnalités du prototype, notamment en le rendant apte à la détection de matières explosives et autres matières dangereuses.

Contractants : Array Systems Computing Inc., Downsview (Ontario) et Techno-Scientific Inc., Woodbridge (Ontario)

Rapport : TP 10065E, A computer-assisted X-ray screening system, Array Systems Computing Inc., et Techno-Scientific Inc., 1990

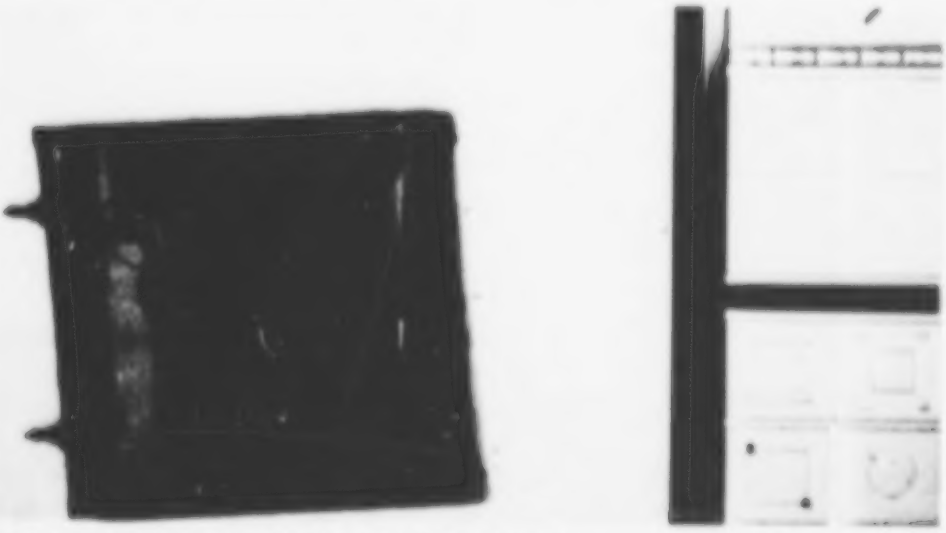
Durée : mai 1988 – août 1990

Financement : 563 286 $

Numéro de projet : 6918

Numéro de dossier : 1455-166-3

Agent de projet : Maurice Audette



Arme à feu détectée par le système de contrôle radioscopique.

Module de désorption sélective au laser

Le but fixé à cette recherche était de rendre plus performants les systèmes couramment utilisés pour la détection de matières explosives et qui sont fondés sur la spectrométrie à mobilité ionique et la chromatographie en phase gazeuse. Pour cela, il faut accroître la concentration des molécules de ces matières à un stade intervenant entre celui du prélèvement des échantillons et celui de l'analyse et de l'identification de la matière explosive.

Dans les procédés classiques, le matériau adsorbant est chauffé sans discrimination afin de pouvoir désorber les molécules à analyser. Il est possible, avec ce procédé, d'intervenir avec une certaine sélectivité au niveau moléculaire en variant la température de désorption, mais au détriment du temps de réponse qui diminue en raison de la masse thermique l'adsorbant. La présente recherche, elle, tire parti du caractère discret des propriétés d'absorption de l'énergie thermique par les molécules dans l'infrarouge pour obtenir un degré plus élevé de sélectivité et un temps de réponse plus rapide.

La phase I de la recherche a consisté à étudier les paramètres clés du processus de désorption par un laser CO_2 à émission continue. Les résultats ont montré la faisabilité de ce procédé thermique et en ont confirmé les avantages par rapport à la technique courante qui fait appel à des moyens thermiques classiques.

Dans la phase suivante, les chercheurs ont utilisé des lasers impulsionnels accordables pour effectuer la préconcentration par désorption sélective des molécules d'un gaz existant à l'état de trace dans l'air ambiant.

Contractant : CPAD Holdings Ltd., Nepean (Ontario)
Rapport : non accessible en raison de l'information commerciale privilégiée qu'il renferme
Durée : décembre 1999 - septembre 1901
Financement : 583 349 $
Numéros de projet : 7354, 7469
Numéro de dossier : 1455-219
Agent de projet : Louis A. Poulin

Filtrage de sécurité des passagers

Responsable de la sécurité des aéroports, Transports Canada doit pourvoir aux équipements et aux installations nécessaires.

La présente recherche a pour objet d'évaluer les installations et procédures de filtrage des passagers, en usage dans les aéroports du Canada, et d'en trouver de plus performantes par leur configuration et leur mise en oeuvre particulières.

Une équipe de recherche doit observer dans quinze aéroports canadiens les équipements en place, leur configuration, les retards qu'ils occasionnent, leur performance, et mesurer l'allure à laquelle se déroulent les diverses étapes du filtrage de sécurité : contrôle des bagages aux rayons X, portiques de détection et contrôle individuel par des détecteurs manuels.

Le fruit de ces observations servira à formuler des recommandations visant à rendre plus performant le filtrage de sécurité dans les divers aéroports visités.

Contractant : Sypher Mueller International Inc., Ottawa (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : octobre 1989 - mars 1992
Financement : 77 805 $
Numéro de projet : 7620
Numéro de dossier : 1455-217
Agent de projet : Louis A. Poulin

Prévision de la capacité des pistes à l'aéroport de Vancouver

La capacité de trafic de l'aéroport international de Vancouver commence à devenir préoccupante. En effet, avec un trafic journalier d'un millier d'arrivées et de départs, les pointes horaires atteignent facilement les 80 et plus. Or, cet aéroport ne dispose que de deux pistes sécantes, dont une seule est équipée pour les vols aux instruments. Par mauvais temps, la capacité baisse de 40 p. 100, désorganisant les horaires, créant des embouteillages et congestionnant l'aérogare. Le projet d'accroissement de la capacité des pistes lancé par Transports Canada vise à déterminer dans quelle mesure les installations et les procédures d'exploitation actuelles doivent être modifiées afin de s'adapter aux besoins à l'horizon 2000.

La situation dans laquelle se trouve cet aéroport constitue un beau cas d'espèce pour la mise à l'épreuve d'une nouvelle technique de simulation, prometteuse par sa simplicité et son efficacité. Il s'agit d'un modèle informatique à l'état de prototype qui permet de simuler les variations de capacité côté piste d'un aéroport selon diverses modifications de configuration (système de pistes et de voies de circulation, sorties de pistes) et de procédures d'exploitation, ou selon les caractéristiques de la demande de transport aérien. Grâce à un environnement logiciel orienté objet et à sa grande interactivité, le modèle permet de simuler et de visualiser divers scénarios, et de comparer les résultats à ceux des techniques de prévision et de planification utilisées jusqu'ici.

Fonctionnant sur un PC d'IBM, ce nouveau modèle permet de simuler des scénarios actuels et futurs. Pour cela, l'utilisateur entre des probabilités de distribution tenant compte de paramètres tels que nombre de vols, composition du trafic, conditions météorologiques, qu'il peut modifier à son gré. Quant aux résultats produits par ce modèle, ils se présentent sous forme graphique ou animée.

Contractant : Institut des technologies de l'information du Conseil national de recherches, Vancouver (Colombie-Britannique)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : février 1990 – mars 1991
Financement :

CDT	80 000 $
Conseil national de recherches – en services	40 000 $
Projet d'accroissement de la capacité des pistes – en services	40 000 $
Total	160 000 $

Numéro de projet : 7455
Numéro de dossier : 1455-222
Agent de projet : Brian Marshall

Étanchéisation des affleurements ardoisiers pyritifères

L'aéroport international de Halifax se trouve dans une zone géologique formée d'ardoise pyritifère à teneur minérale élevée qui, en raison de son affleurement, est exposée aux intempéries et produit des ruissellements acides et autres effluents métallifères connus pour leur effet toxique sur l'environnement maritime. Les travaux de terrassement faits dans les années 1950 et les travaux d'agrandissement qui furent effectués jusqu'en 1982 ont laissé à nu de vastes zones de fouille ou de déblais, parfois recouvertes d'une faible végétation. Elles produisent des ruissellements toxiques qui polluent les cours d'eau avoisinants. Un des moyens les plus simples et les plus efficaces consiste à couvrir ces formations rocheuses d'un revêtement de faible perméabilité.

Une recherche antérieure avait permis de déterminer que, de tous les revêtements envisageables, ceux à base soit de liants hydrauliques, soit de polymères étaient les plus prometteurs.

Dans le cadre de la présente étude, le Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET) a réussi à mettre au point une gunite renfermant une forte proportion de cendres volantes et renforcée de fibres de polypropylène, dont les avantages sont sa faible teneur en ciment et sa forte proportion tant en cendres volantes à faible teneur en calcium qu'en fibres de polypropylène, sans compter que ce béton se met en place comme une gunite ordinaire.

La recherche sur le terrain, commencée à l'automne de 1989 dès après l'aménagement de quatre sites d'expérimentation, a été prolongée jusqu'au printemps suivant par l'achèvement de deux sites supplémentaires. Le comportement du revêtement fait l'objet d'un suivi serré.

Contractante : Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET), Ottawa (Ontario) et W.S. Langley and Associates, Halifax (Nouvelle-Écosse)

Sous-traitants : Hardy BBT Ltd., Burnaby (C.-B.) et D. Comrie Consultants Ltd., Mississauga (Ontario)

Rapport : *(avant-projet)* TP 10426E, Development and evaluation of capping systems for sealing pyritic slate outcrops at the Halifax International airport, CANMET, 1990

Durée : septembre 1988 – mai 1991

Financement : Groupe Aéroports 246 530 $

Numéros de projet : 7361, 7165

Numéro de dossier : 1455-208

Agents de projet :
Doug W. Dibble et Wayne G. Rowan

Application de gunite.

Choix des stratégies en matière de gestion du bruit des aéroports

À une époque où la demande de services aéroportuaires ne cesse de croître et où les ressources disponibles s'amenuisent, le bruit causé par les aéroports constitue un problème épineux pour les gestionnaires qui doivent prendre des décisions économiques sans susciter l'antagonisme des riverains.

Dans cette étude, les chercheurs ont fait un tour d'horizon des politiques adoptées par les divers pays du monde en matière de bruit des aéroports; ils ont constaté que la plupart des pays, dont le Canada, n'ont pas de réglementation explicite. Prenant l'aéroport international Pearson comme cas d'espèce, ils ont élaboré, à l'intention des gestionnaires des aéroports canadiens, un programme pour la gestion efficace du bruit, dans lequel ils proposent nombre de stratégies parmi lesquelles il sera possible de choisir celles qui s'adaptent le mieux aux circonstances particulières de bruit et d'opérations aéroportuaires.

Parmi les stratégies proposées, il y a celle du plafond de bruyance, celle des redevances d'atterrissage imposées en fonction de l'intensité du bruit et la mise en place d'un mécanisme de plainte. Ainsi, les gestionnaires auront à leur disposition un moyen leur permettant d'analyser la situation, de choisir les stratégies les plus appropriées et de déterminer le rapport avantages-coût de chacune d'elles.

Contractant : DWG Research Associates Ltd., Waterloo (Ontario)
Rapport : TP 10118E, The management of airport noise, DWG Research Associates Ltd., 1990
Durée : novembre 1988 – septembre 1990
Financement : 20 000 $
Numéros de projet : 7177, 7179
Numéro de dossier : 1465-206
Agent de projet : Trevor N. Smith

Circuits d'atterrissage des petits avions

Pour la plupart des collectivités du Nord canadien, l'avion constitue le meilleur moyen de transport. Pour cette raison, on y trouve une multitude de petites pistes, mais leur nombre reste insuffisant. Or il arrive que ces collectivités ne disposent pas des moyens financiers nécessaires pour construire de nouvelles pistes ou pour les agrandir.

La présente étude a pour but d'élaborer des lignes directrices concernant la construction de pistes ne coûtant pas cher, sans compromettre la sécurité. Un moyen d'y parvenir serait de réduire la largeur des pistes en construction.

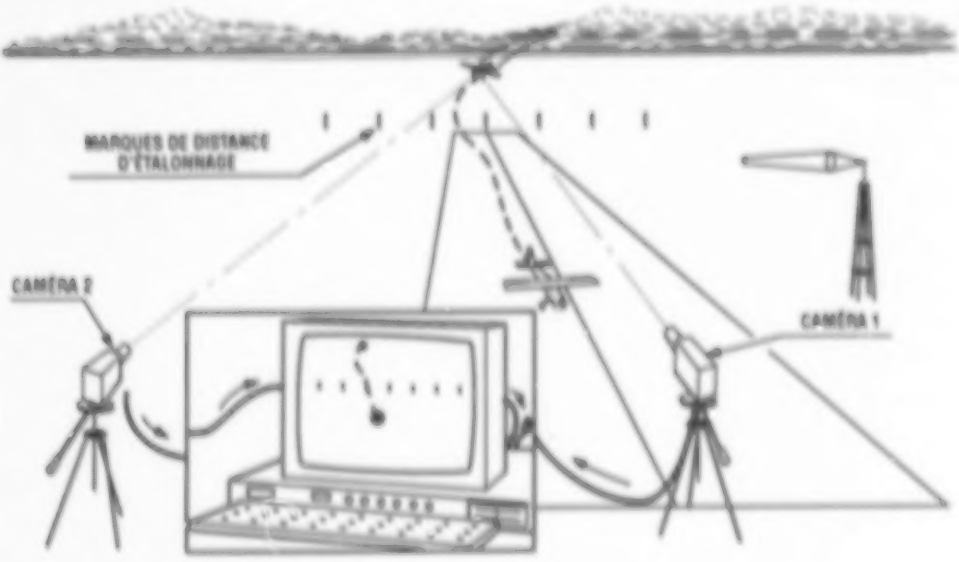
Les chercheurs ont mis au point une technique d'enregistrement vidéo numérique permettant de mesurer la largeur des circuits d'atterrissage des petits avions, dans des conditions de vents traversiers variées. Ils ont également comparé diverses méthodes de saisie de données sous l'angle technico-économique. Enfin, ils ont simulé en laboratoire des scénarios d'atterrissage dont les résultats ont été par la suite validés par des essais sur le terrain destinés à confirmer la justesse du principe en jeu.

La recherche a montré qu'il est possible de saisir la position exacte occupée successivement par un avion en train d'atterrir, dans des conditions météo variées, comprenant des vents soufflant avec violence et des températures tombant à - 10 degrés Celsius. D'autres perfectionnements de cette technique sont encore à l'étude.

Contractant : R.S. Wallace & Associates Ltd., Manotick (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : janvier 1988 - mars 1990
Financement :

Approvisionnements et Services Canada	249 397 $
CDT	245 812 $
Groupe Aéroports, Affaires indiennes et du Nord et Gouvernement du Yukon	70 000 $
Total	565 209 $

Numéros de projet : 7004, 7005, 7010
Numéro de dossier : 1455-196
Agent de projet : Barry B. Myers



Enregistrement de la distribution du toucher des roues des petits avions.

Optimisation aérodynamique des nacelles

L'optimisation aérodynamique des nacelles d'un turbopropulseur apporte de multiples avantages : traînée de cellule réduite, rendement propulsif amélioré et gains de consommation. Il existe aujourd'hui un programme informatique appelé VSAERO qui permet de calculer les écoulements tridimensionnels autour d'une nacelle et jusque dans la prise d'air, réduisant ainsi le temps et l'argent consacrés à des études en soufflerie.

Les recherches antérieures financées par le CDT avaient débouché sur des techniques d'optimisation des prises d'air pour turbopropulseurs, à l'aide du programme VSAERO, validées par des études en soufflerie. Maintenant, les chercheurs visent à réduire la traînée induite par la nacelle, améliorer la forme du manchon de pied de pale d'hélice et approfondir l'aspect aérodynamique des ensembles nacelle-hélice tractive ou propulsive. Ils poursuivent l'analyse des pertes aérodynamiques de ces ensembles à l'aide du programme VSAERO et ils confrontent les résultats théoriques à d'autres tirés des essais en soufflerie. La recherche prévoit l'étude et la réalisation de montages pour essais en soufflerie des ensembles nacelle-hélice tractive ou propulsive, la fabrication des hélices s'adaptant à ces montages et l'étalonnage de l'instrumentation de mesure en soufflerie.

Cette recherche promet de déboucher sur une plus grande maîtrise de l'aérodynamique des ensembles nacelles-hélices et, par là, sur d'importantes réductions de la consommation.

Contractants : de Havilland Aircraft of Canada Ltd., Downsview (Ontario) et Pratt & Whitney Canada Inc., Longueuil (Québec)

Rapports : (recherche antérieure) TP 8885E, Design and wind tunnel test of an advanced engine intake for a turboprop nacelle configuration, de Havilland Aircraft of Canada Ltd., 1988

TP 9012E (2 tomes), Nacelle aerodynamics research phases I et II rapport provisoire, Pratt & Whitney Canada Inc., 1988

TP 9010E, Nacelle aerodynamics research, Pratt & Whitney Canada Inc., 1988

Durée : novembre 1988 – mars 1991

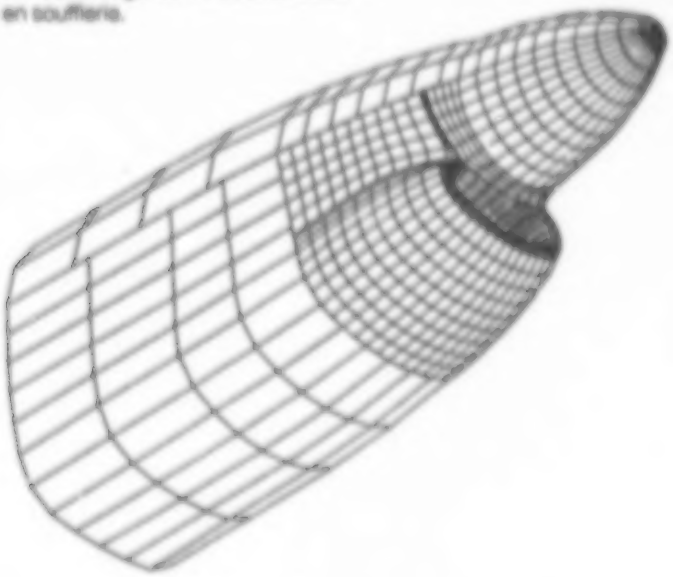
Financement :

Programme de R&D énergétiques	413 675 $
Secteur privé	400 000 $
Total	813 675 $

Numéros de projet : 7057, 7058

Numéro de dossier : 1455-112

Agent de projet : C. Alfred Vansalles



Le programme de recherche sur l'aérodynamique des nacelles fait largement appel à l'informatique.

Projet canadien d'appareil à rotors basculants

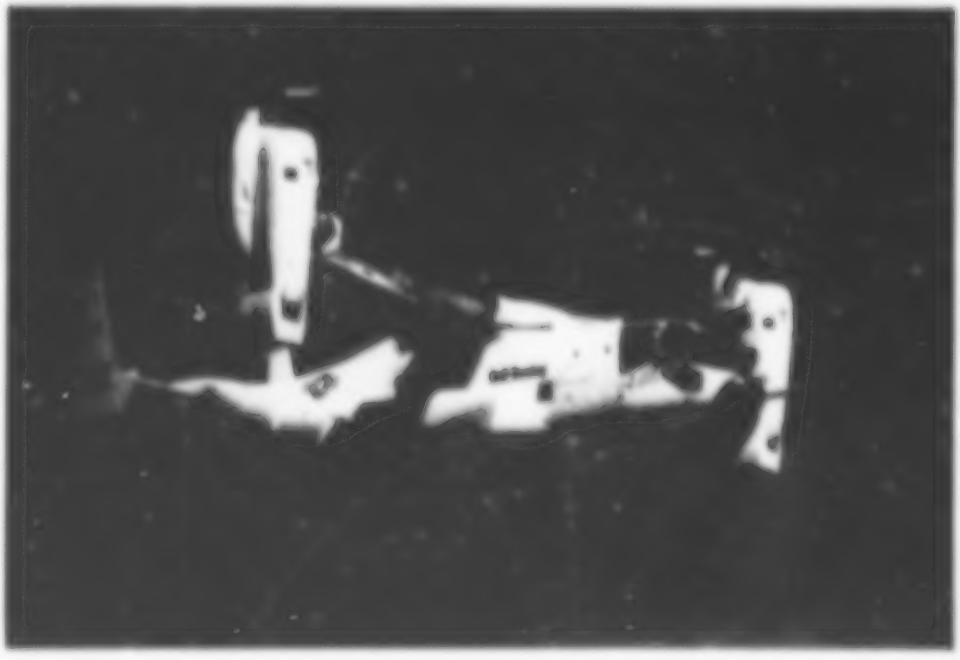
La capacité des aéroports a atteint un degré de saturation tel qu'un problème épineux se pose, tant pour les grands aéroports du Canada que pour ceux de l'Amérique du Nord tout entière. La solution passant par un agrandissement des systèmes de pistes est trop onéreuse pour être retenue. Mais il y en a une autre : celle de l'appareil à décollage et à atterrissage vertical (ADAV) qui permettra de décongestionner les aéroports en déroutant les vols régionaux vers des plates-formes spécialisées ne nécessitant qu'une infrastructure légère pour le contrôle de la circulation au sol et à l'approche. Cet appareil donnera naissance à des adaviports qui constitueront les pôles d'un réseau de transport aérien régional décentralisé et tentaculaire. L'avion convertible à rotors basculants, alliant la maniabilité de l'hélicoptère aux avantages des turbopropulseurs classiques, promet d'offrir un service confortable et silencieux à une vitesse de croisière élevée.

La présente étude a pour but d'élaborer les critères et paramètres d'aménagement des adaviports et d'exploitation des convertibles à rotors basculants dans un contexte canadien. Il s'agira de décrire l'évolution possible de ce type d'aéronefs, de déterminer l'impact qu'il est susceptible d'avoir sur l'amélioration des liaisons aériennes au Canada et d'évaluer son potentiel économique.

Contractant : Associés en planification aéroportuaire Inc., Montréal (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : août 1989 – avril 1991
Financement :

CDT	125 000 $
Programme de P&D énergétiques	100 000 $
Total	225 000 $

Numéros de projet : 7301, 7303, 7479, 7685
Numéro de dossier : 1455-210
Agent de projet : Barry B. Myers



TRANSPORT ROUTIER

TRANSPORT ROUTIER

Au Canada, les personnes et les marchandises empruntent majoritairement le réseau routier qui dessert tous les marchés du pays, à part certains très spécialisés. Au cours de la présente décennie et les suivantes, ce réseau demeurera l'épine dorsale du pays pour les fins du développement du commerce et du tourisme à l'échelle nationale et internationale, et pour perpétuer le haut degré de mobilité personnelle auquel les Canadiens sont habitués. Comme il n'existe pas d'organisme central chargé de gérer tous les aspects du transport routier, l'intégration des nouvelles technologies au domaine routier ne saurait être assurée que si elle mobilise les secteurs public et privé dans une action coopérative.

Systèmes d'exploitation

Le relèvement de l'efficacité et de la productivité du transport routier nécessitera l'application des technologies de l'électronique. En effet, l'informatique, les télécommunications et l'électronique permettront, une fois intégrées, de réaliser l'autoroute « électronique » qui fera du conducteur, de son véhicule et de la route un tout inséparable, et qui prendra en charge les diverses fonctions de gestion du trafic urbain et des parcs roulants, de navigation et d'information routière. Le CDT a l'intention de faire sa part dans ce secteur technologique très prometteur. Parmi les actions lancées, mentionnons une étude générale sur les techniques en électronique automobile, dont les résultats serviront à l'élaboration d'un programme de recherche à long terme, l'application d'un système expert d'aide à l'affectation des véhicules routiers et un programme d'essais concernant des prototypes d'ordinateur de bord.

Un des volets du mandat du CDT dans le secteur des systèmes d'exploitation est issu de la Loi sur le transport des marchandises dangereuses qui place ce type de transport sous la responsabilité directe de Transports Canada. Le CDT travaille de concert avec la Direction générale Transport des marchandises dangereuses en vue d'identifier les actions de R&D à entreprendre pour le compte de cette dernière. Parmi les actions lancées, il y a la recherche sur un système expert d'aide à l'interprétation de la réglementation sur le transport des marchandises dangereuses, et une sur un autre système expert d'aide à l'affectation de véhicules routiers.

Infrastructure

Faute d'un budget de dépenses suffisant consacré à l'entretien et au renforcement des infrastructures routières, le réseau routier du pays se détériore. Connaissant les faiblesses actuelles de ce réseau, les experts estiment que, pour y porter remède, il faudra au moins un milliard de dollars par an pendant les dix prochaines années. Par son programme d'actions de R&D sélectives visant la restauration des infrastructures routières, le CDT vise à promouvoir une approche nationale cohérente assurant le meilleur rapport avantages-coût. Parallèlement, le CDT entend poursuivre sa collaboration à l'important Programme stratégique de recherche routière du Canada (C-SHRP) qui s'intéresse à la réfection et à l'entretien du réseau routier du pays.

Pour relever la productivité du camionnage, renforcer la sécurité routière et protéger l'infrastructure routière du pays, il faut que les transporteurs exercent un contrôle plus serré des charges à l'essieu; qu'ils apprennent à mieux se comporter sur les voies publiques et que soient mieux administrés les lois et règlements en vigueur.

Un important axe de recherche vise à améliorer les méthodes de contrôle routier, en application de la réglementation en vigueur, et à faciliter la gestion du trafic lourd empruntant le réseau routier. Par sa participation au programme américain « Plaque d'immatriculation électronique pour poids lourds », qui compte des sites

d'implantation en Colombie-Britannique, le CDT aura l'occasion d'étudier les améliorations apportées à la gestion de ces véhicules par diverses technologies, comme les systèmes pour l'identification, le pesage et la classification automatiques des poids lourds. Les avantages escomptés de la conjugaison de ces technologies sont une saisie plus aisée de données de meilleure qualité, la possibilité pour les poids lourds en règle de franchir sans s'arrêter les postes de pesage et de contrôle frontalier, les contrôles ayant été faits automatiquement par ces divers systèmes, et des communications bilatérales avec le véhicule.

Quant au système de pesage embarqué, que le CDT parraine également, il permettra à un transporteur de charger ses véhicules au maximum tout en étant sûr qu'il ne dépassera pas les limites imposées par la réglementation.

Sécurité des poids lourds

Transports Canada place au premier rang de ses priorités le renforcement de la sécurité des transports. La présence de plus en plus fréquente de véhicules de plus en plus gros et lourds sur les routes publiques n'a pas manqué de soulever des inquiétudes quant à l'effet que cette présence pourrait avoir sur la sécurité routière.

La mise en service expérimental d'un système de freinage antiblocage monté sur des remorques-citernes constitue un programme de premier plan qui appuie les recherches faites aux États-Unis par la National Highway Traffic Safety Administration. La configuration particulière choisie pour les essais au Canada, le train double de remorques-citernes de type B, est destinée avant tout à mettre en évidence les avantages de la technologie des freins antiblocage.

Transport de personnes

Depuis dix ans, le transport par autocars constitue l'un des grands axes du programme de recherche du CDT, étant donné que ce mode de transport interurbain est le plus économique et celui qui consomme le moins. De plus, la construction d'autocars étant un atout industriel de grande importance, on peut s'attendre à d'importantes retombées de cette recherche sur le développement économique et régional.

Avec une nouvelle famille d'autocars évolués actuellement en service ou bientôt prêts à l'être, le CDT voit ses efforts dans ce secteur commencer à porter fruit. Deux grands programmes de démonstration sont en cours aux termes de l'Entente Canada-Québec sur le développement économique et régional et des divers programmes de R&D sur l'accessibilité des transports. D'abord, le programme de démonstration des douze autocars articulés Prévost par Voyageur sur la liaison Montréal-Québec, maintenant à sa deuxième année, et qui a d'ores et déjà montré l'utilité de cet autocar grande capacité pour le transport de personnes sur de grandes distances. Ensuite, la démonstration d'un service de transport par autocars complètement adapté et intégré, prise en charge par Canada Coach Lines pour le compte de l'Association canadienne de l'autobus, dans le double but d'établir le potentiel économique réel d'un tel service et d'approfondir les divers aspects que son exploitation pourra soulever. (Voir les détails de ce programme dans le chapitre Accessibilité des transports.)

Quant à l'autocar allongé de la Motor Coach Industries, il apporte de grandes améliorations de confort, de productivité et d'accessibilité. Étant donné que la réglementation actuelle interdit la circulation de ce type de véhicules sur les voies publiques, on se contente de présenter

cet autocar de 45 pieds aux groupes intéressés, dans le but de les convaincre qu'il ne compromet en rien la sécurité des passagers ni celle de la circulation routière en général.

Technologie des poids lourds

Dans ce domaine, le CDT place la sécurité au premier rang de ses objectifs, associée à un second tel que productivité accrue ou réduction de l'agressivité à l'endroit de la chaussée. Les études lancées portent, entre autres, sur les essieux relevables améliorés conçus pour réduire l'endommagement des chaussées et améliorer la pilotabilité et la stabilité tout en respectant la limite de charge admissible, la recherche sur les caractéristiques de marche et de stabilité des véhicules forestiers de configurations variées, et la mise au point d'une épandeuse de sel allégée permettant de réduire l'endommagement des chaussées durant les opérations de déglaçage.

Économies d'énergie et carburants de substitution

Le programme de R&D énergétiques auquel participe un certain nombre de ministères fédéraux finance les projets visant principalement à réduire la consommation de carburants tirés du pétrole, soit par le relèvement du rendement énergétique, soit par l'utilisation de carburants de substitution. La recherche sur la consommation des poids lourds se penche sur les pertes d'énergie dues au frottement à l'intérieur des moteurs et des transmissions, ainsi que sur l'étude d'un programme de simulation ayant pour objet d'optimiser le rendement énergétique par la prise en compte des interactions complexes entre le conducteur, son véhicule et la route.

La recherche dans ce domaine se tournera de plus en plus vers l'étude de l'impact sur l'environnement des émissions produites par les moteurs à combustion interne. Parmi les actions lancées, il y a la recherche sur les moyens susceptibles de réduire la pollution causée par les carburants diesel et le méthanol utilisés surtout par les camions et les autobus.

Gestion du trafic et des transports en commun

Dans ce secteur, l'action du CDT vise principalement l'amélioration des systèmes de gestion du trafic et d'information aux usagers des transports collectifs urbains. Une des recherches en cours, qui a pour objectif de réduire les embouteillages et la facture énergétique correspondante, est au stade de l'essai d'un système intégré de gestion du trafic piloté par micro-ordinateur. Une autre recherche concerne la mise au point d'un système d'information sur les transports collectifs exploitant la technologie de la reconnaissance et de la synthèse de la parole.

Survol des techniques en électronique automobile

La recherche effectuée avec le concours financier du ministère des Transports de l'Ontario a débouché sur un volumineux rapport répertoriant les systèmes automatiques de gestion des parcs roulants, de contrôle et de suivis routiers et d'information routière, et qui actualise les connaissances touchant les systèmes de guidage routier.

Cette recherche constitue un jalon important dans l'élaboration d'un programme canadien de recherche à long terme dans le domaine de l'électronique automobile, qui intéresse tout particulièrement l'industrie du camionnage. En effet, l'Accord de libre-échange canado-américain met au défi cette industrie qui devra appuyer le secteur industriel canadien dans ses efforts visant à contrer la concurrence des États-Unis où les distances à couvrir pour le transport des matières premières et des produits finis sont moins grandes qu'au Canada.

D'après les conclusions de cette recherche, l'électronique automobile promet de relever l'efficacité du camionnage grâce à une gestion optimisée des parcs roulants et à une productivité accrue dans l'utilisation des ressources humaines et matérielles. Elle pourrait également réduire le nombre de tués et de blessés sur les routes par un suivi serré du comportement des véhicules et des conducteurs.

Contractant : Parviainen & Associates, Oakville (Ontario)

Rapport : *(avant-projet)* TP 10473E, An overview of available and developing highway vehicle electronic technologies, Parviainen & Associates, 1990

Durée : février 1989 – mars 1990

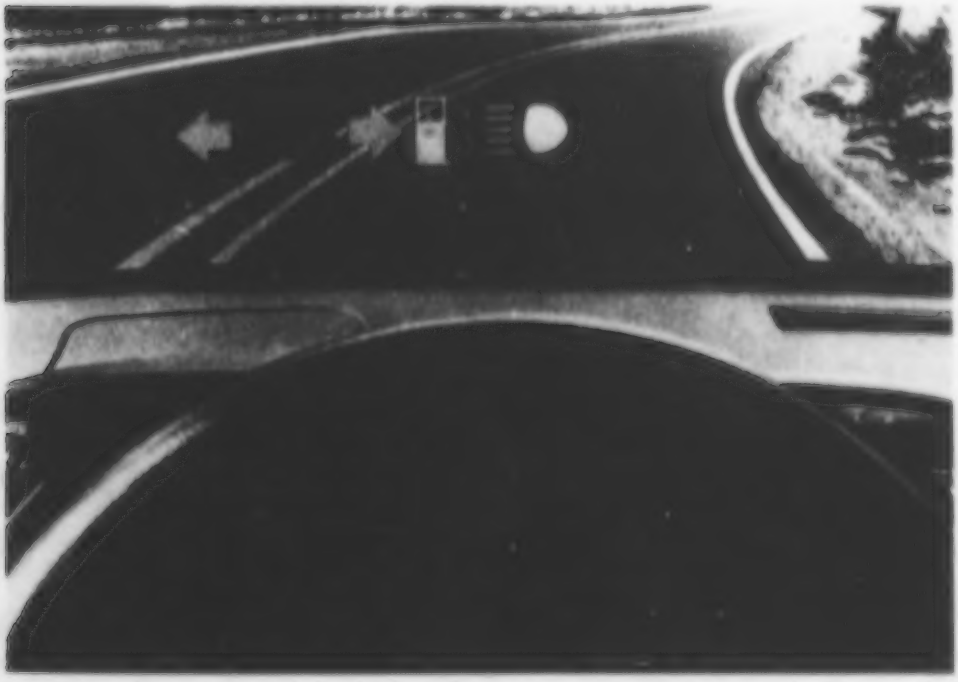
Financement :

CDT	105 000 $
Ministère des Transports de l'Ontario – en services	10 000 $
Total	115 000 $

Numéro de projet : 7207

Numéro de dossier : 1465-529

Agent de projet : Lewis Sabounghi



L'électronique automobile renforcera la sécurité routière en permettant aux conducteurs de se concentrer sur leur occupation principale : la conduite.

Système expert d'aide à l'affectation des véhicules routiers

Dans le domaine du transport routier de marchandises, l'affectation des véhicules et des conducteurs doit être optimale, compte tenu des facteurs tels que distance, sécurité et besoins de la clientèle. Un système expert dans ce domaine pourrait, en plus de promouvoir la sécurité des opérations, apporter d'intéressantes économies de temps, de carburant et de main-d'oeuvre tout en éliminant les variations dans la performance des régulateurs. Cette forme d'aide à la décision intéressera sûrement les entreprises de camionnage et des transports en commun tout autant que les organismes d'intervention en cas d'urgence.

La présente recherche avait pour but d'élaborer un système de régulation assisté par ordinateur qui pourrait affranchir les régulateurs des décisions de second ordre. Les chercheurs ont étudié l'application d'un tel système pour réguler la livraison des produits d'Air Liquide Canada Ltée vers sa très nombreuse clientèle éparpillée partout en Ontario, à partir de son centre de distribution situé à Hamilton.

La démonstration du prototype de système expert, faite à Air Liquide par le contractant, a été bien accueillie par le service de régulation et par la direction de cette société; elle a permis d'établir qu'un tel système à base de règles peut très bien accomplir les fonctions de base en régulation. De plus, ce prototype a suscité le plus vif intérêt auprès des milieux concernés par la recherche sur l'intelligence artificielle et ses applications au Canada.

Contractant : Applied AI Systems Inc., Kanata (Ontario)
Rapport : TP 10414E, Knowledge-based dispatcher's assistant, Applied AI Systems Inc., 1990
Durée : août 1987 - juin 1990
Financement :

Programme de R&D énergétiques	99 526 $
Approvisionnements et Services Canada	57 000 $
Total	156 526 $

Numéros de projet : 6900, 6901
Numéro de dossier : 1465-509
Agent de projet : Lewis Sabounghi

Un système expert affranchira le régulateur des contraintes décisionnelles d'ordre secondaire.

Ordinateur de bord

La recherche vise le développement d'un ordinateur de bord permettant l'enregistrement des importants paramètres de fonctionnement d'un véhicule routier, tels que la vitesse, le régime moteur, etc. De plus, il peut servir de carnet de route indiquant le nombre d'heures au volant, comme le requièrent les lois canadienne et américaine.

La société Centrodyne Inc. a entrepris le développement d'un ordinateur de bord de la deuxième génération, conçu à l'origine pour remplacer le tachygraphe électromécanique, et qui en plus d'enregistrer toutes sortes d'informations utiles, permet de les afficher sur écran et de les reproduire sur copie-papier. Les informations recueillies par l'ordinateur de bord sont transférées soit directement ou par l'entremise d'une unité de transfert portable, dans un ordinateur indépendant équipé d'un logiciel permettant de sortir des rapports sur imprimante. L'ordinateur peut être installé avec ou sans écran et boutons de commande, afin de pouvoir opter pour un système de type actif ou passif.

Outre les avantages qu'il procure et inhérents à l'électronique, c'est-à-dire précision, fiabilité, maintenabilité et légèreté, cet ordinateur de bord à affichage numérique intègre des protections uniques en leur genre et possède un espace mémoire protégé pour l'enregistrement des informations concernant un accident éventuel.

La recherche financée au titre de l'Entente Canada-Québec de développement économique et régional (EDER) a comporté une phase d'étude conceptuelle et une phase de définition des spécifications suivie par la réalisation de prototypes dont les essais suivent leur cours.

Contractant : Centrodyne Inc., Saint-Laurent (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : mars 1989 - février 1991
Financement :

Centrodyne Inc.	500 000 $
Ministère des Transports du Québec	154 500 $
CDT	154 500 $
Total	809 000 $

Numéro de projet : 7310
Numéro de dossier : 1465-530
Agent de projet : Lewis Sabounghi

Ordinateur de bord servant également de carnet de route électronique.

Système expert : transport des marchandises dangereuses

Les règlements régissant le transport des marchandises dangereuses, aussi bien au Canada qu'à l'étranger, se caractérisent par leur complexité et la difficulté pour le secteur privé d'en assurer l'application de manière efficace et cohérente. Mandaté par la Direction générale du transport des marchandises dangereuses de Transports Canada, le CDT s'est intéressé à la réalisation d'un prototype de système expert pour aider les manutentionnaires, les transporteurs et les fabricants de marchandises dangereuses dans l'interprétation des règlements en vigueur et pour les conseiller sur les différents aspects de cette réglementation : indications de danger, classification, exemptions et documents d'expédition.

Le système expert envisagé est destiné à fournir rapidement des réponses simples à des questions complexes, à partir d'une base de données informatisée réunissant la somme des connaissances et compétences techniques et professionnelles d'experts chevronnés.

On savait que l'objectif fixé à cette recherche serait difficile à atteindre. Or, l'analyse de la version réalisée aux fins de démonstration a montré à quel point la tâche était ardue. Néanmoins, de précieux renseignements ont pu être tirés de cette analyse. À preuve, l'intérêt exprimé par l'Association canadienne des fabricants de produits chimiques et qui a mené à une concertation des secteurs public et privé en vue de trouver d'autres applications à ce système expert.

Contractants :
Northern Dynamics Ltd., Toronto (Ontario);
Ogilvie Consulting, Toronto (Ontario); et
MaSyCom, Montréal (Québec)

Rapport : non accessible en raison des informations privilégiées qu'il renferme

Durée : janvier 1989 - octobre 1990

Financement :

CDT	119 000 $
Groupe Surface	100 000 $
Total	219 000 $

Numéros de projet :
7152, 7153, 7154, 7500, 7501, 7502

Numéro de dossier : 1465-534-2

Agent de projet : Wayne G. Rowan

Programme stratégique de recherche routière du Canada

Ce programme connu sous le sigle C-SHRP a été lancé en 1987 parallèlement au programme de recherche SHRP des États-Unis, le but étant de mener des recherches complémentaires à celui-ci. Il dispose d'un budget de cinq millions de dollars financé par les gouvernements fédéral, provinciaux et des Territoires du Canada. L'objectif est le même que celui du programme américain : stimuler la R&D en matière de technologies et de maintenance routières. Le CDT participe à ce programme à titre de membre du comité directeur administratif et technique.

Le Canada est membre des comités consultatifs du SHRP ainsi que des groupes techniques, tandis que les organismes routiers provinciaux participent au volet « Rendement à long terme des chaussées ». La participation du Canada à ce volet porte sur 44 sites, consacrés à la recherche sur le comportement de divers types de chaussées dans des conditions de circulation et de climat variées.

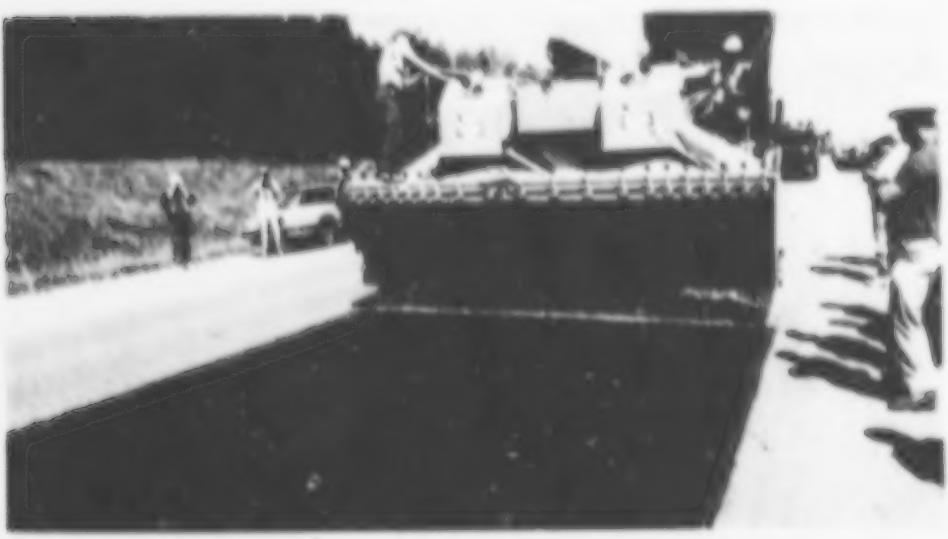
Quant au programme de recherche complémentaire, il vise à évaluer l'efficacité et le coût des différentes techniques de remise en état du réseau routier qui, au Canada, est en voie de vieillissement. Tenue des chaussées, efficacité relative des diverses stratégies pour l'entretien des chaussées asphaltées et évaluation des techniques de réfection des chaussées souples présentant des défauts de surface, tels sont les principaux objectifs de ce programme.

La deuxième phase du programme C-SHRP sera axée sur les transferts de technologie, par l'étude d'un plan d'action visant la diffusion et l'adoption généralisées des techniques mises au point.

Contractant : Association des transports du Canada, Ottawa (Ontario)
Rapports : *(avant-projets)* TP 10392E, TP 9759E, TP 9220E, Canadian Strategic Highway Program progress reports, Association des transports du Canada, 1989/1990, 1988/1989, 1987/1988
Durée : avril 1987 – mars 1992
Financement :

Provinces et Territoires	4 500 000 $
CDT	500 000 $
Total	5 000 000 $

Numéros de projet : 7053, 7557
Numéro de dossier : 1450-154
Agents de projet : Doug W. Dibble, Brian Marshall



Enrobé et gravillons formant l'enduit d'usure d'une des planches expérimentales dans le cadre du programme C-SHRP

Identification automatique de poids lourds

L'application de la réglementation concernant les poids lourds, en plus d'être difficile à réaliser de manière uniforme, est très coûteuse en temps et en argent pour les instances réglementaires, les entreprises de camionnage et les expéditeurs. La solution préconisée, soit l'automatisation des procédures de contrôle, augmenterait la sécurité tout en réduisant les coûts inhérents.

Le projet dont il est question ici prévoit la démonstration d'un système de gestion de parcs roulants intégrant la plaque d'immatriculation électronique pour véhicules lourds (HELP) qui permet l'identification, la classification et le pesage automatiques de ces véhicules, et l'essai du système de communications mobiles qui le complète. Le système HELP est très prometteur pour la gestion efficace des parcs roulants, étant donné qu'en plus de faciliter l'application du Code de la route, il apporte une protection accrue de la circulation routière et permet aux véhicules lourds en circulation d'être dédouanés électroniquement. Les véhicules en règle pourront franchir le poste de contrôle sans avoir à s'arrêter, d'où économies d'argent et de carburant, et ils causeront moins de pollution en n'ayant pas à attendre en laissant leur moteur tourner au ralenti. D'autres avantages économiques reviendront aux entreprises de transport, qu'il s'agisse de la saisie automatique des données d'exploitation ou du contrôle de la circulation de marchandises dangereuses.

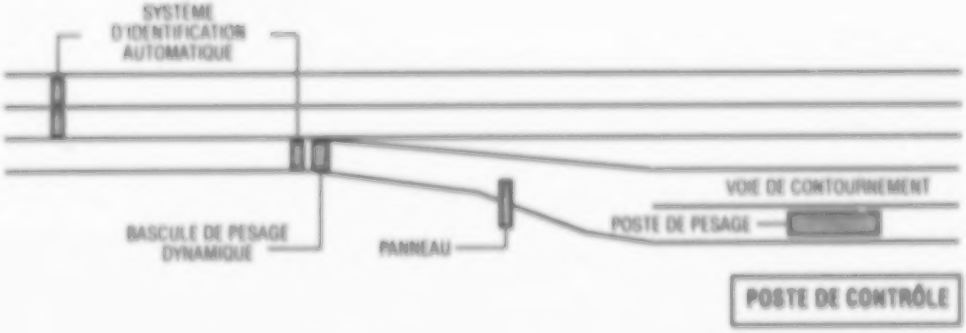
Les chercheurs élaborent les interfaces matérielles et logicielles nécessaires à l'intégration des appareils de pesage dynamique et d'identification automatique en usage actuellement au Canada. Le système est conçu de telle façon qu'il permet la saisie des informations requises et la transmission des messages appropriés entre les postes de contrôle et les conducteurs. Enfin, il est compatible avec le projet CRESCENT qu'il complète et dont la démonstration se déroule actuellement aux États-Unis.

Deux postes de contrôle en Colombie-Britannique sont maintenant équipés du système HELP en vue de son évaluation pendant 12 mois. De plus, le contractant s'occupe d'éditer un manuel d'exploitation et de maintenance et d'enseigner l'utilisation du système aux personnes chargées des contrôles routiers.

Contractant : Status Electrical Corporation, Abbotsford (C.-B.)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : juillet 1989 – septembre 1991
Financement :

CDT	636 952 $
Programme de R&D énergétiques	350 000 $
Province de la Colombie-Britannique – en services	210 000 $
Total	1 196 952 $

Numéros de projet : 7289, 7290, 7358, 7359, 7360
Numéro de dossier : 1465-537
Agent de projet : Lewis Sabounghi



Configuration du site d'essai à Laidlaw (C.-B.) où les poids lourds en règle peuvent franchir le poste de contrôle sans avoir à s'arrêter, d'où économies de temps et de carburant.

Système de pesage embarqué

Savoir exactement et à coup sûr combien pèse un véhicule lourd chargé est très utile aux entreprises de camionnage, ne serait-ce que pour éviter l'amende qui sanctionne la surcharge d'un essieu ou plus. Après un tour d'horizon des technologies en présence, les chercheurs ont opté pour celle des capteurs dynamométriques soudés directement aux essieux.

Par rapport aux systèmes de pesage antérieurs, celui-ci a l'avantage d'être peu coûteux à installer, à étalonner et à entretenir, autant d'arguments en sa faveur pour les utilisateurs éventuels. Autrefois, les cellules dynamométriques devaient être placées entre le châssis du véhicule et la suspension. Maintenant, les cellules qui mesurent les contraintes de cisaillement plutôt que la masse, sont soudées directement aux essieux, opération qui ne nécessite aucune modification de la suspension ou d'un organe quelconque. La cellule, intégrée dans une plaque en acier, fait passer un signal électrique à travers la masse métallique et mesure les variations de ce signal sous l'effet des contraintes de cisaillement. Cette information est transmise à un microprocesseur dans le poste de conduite qui, après analyse, affiche le résultat sous forme de charge par essieu et de poids total en charge.

Une des conséquences bénéfiques de cette technologie pourra être la réduction du nombre de véhicules en surcharge circulant sur nos routes, qui cesseront alors d'être agressées comme elles le sont aujourd'hui. Le contractant, qui compte introduire sa technologie bientôt au Canada, espère pouvoir lui trouver de nombreux débouchés à l'étranger.

Contractant : International Road Dynamics Inc., Saskatoon (Saskatchewan)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : mars 1989 – juillet 1990
Financement :

Approvisionnements et Services Canada	209 040 $
CDT	100 000 $
Ministère des Transports de l'Ontario – en services	20 000 $
Total	329 040 $

Numéros de projet : 7200, 7201
Numéro de dossier : 1465-536
Agent de projet : Lewis Sabourghi

Le système de pesage embarqué indique les charges par essieu en plus du poids total en charge.

Évaluation des freins antiblocage

Les études ont montré que les systèmes de freinage des poids lourds sont très souvent à l'origine des accidents dans lesquels ces derniers sont impliqués et que les freins antiblocage (ABS) constituent la solution technologique la plus prometteuse : grâce à ceux-ci la distance de freinage est raccourcie sans la contrepartie habituelle d'une instabilité directionnelle. Cependant l'industrie du camionnage hésite à adopter cette technologie parce qu'elle n'en connaît pas encore les performances à long terme. Des études antérieures financées par le CDT avaient montré que les ABS enrayaient les mises en charnière du tracteur et les mouvements de lacet des remorques, mais qu'il n'existait pas de méthode permettant de détecter l'amorce de ce phénomène, de l'empêcher de se manifester ou de l'enrayer dans toutes les conditions prévisibles. Le défi, donc, est de réaliser un système de freinage pouvant convenir à la plupart des configurations de véhicules articulés, et à des conditions de charge et de roulement variées. Le CDT poursuit une recherche exploratoire visant à déterminer dans quelle mesure les ABS peuvent répondre à toutes ces exigences.

Dans la première phase de la recherche, des essais routiers doivent servir à déterminer les performances réelles des véhicules et à établir les critères d'implantation des ABS. Suivra ensuite une phase expérimentale d'une durée d'au moins un an, prévoyant l'essai en service d'ABS équipant des véhicules articulés circulant à Montréal et à Toronto. Le type de véhicule choisi pour ces essais est le train double de remorques-citernes de type B. Les performances, la fiabilité et l'endurance de freins ABS montés à la fois sur le tracteur et les remorques-citernes de dix des vingt trains routiers constituant le parc d'essai seront analysées dans le cadre d'un programme d'évaluation auquel participent des exploitants de parcs roulants comme Shell Canada et Air Liquide Canada Ltée, et des fabricants d'ABS. Le mode opératoire choisi pour ces essais est compatible avec celui que la National Highway Traffic Safety Administration des États-Unis utilise dans son étude sur 17 parcs roulants répartis dans six régions différentes et portant sur cinq modèles différents d'ABS.

Un programme d'essais sur piste est en cours; il fait appel à un véhicule articulé de la Shell équipé d'un ABS fabriqué par Bosch. Le prototype d'un système enregistreur de données embarqué a déjà été sélectionné, et les spécifications relatives à sa mise en place sur les véhicules d'Air Liquide sont en voie de définition.

Contractants : Shell Canada, Calgary (Alberta); Air Liquide Canada Ltée, Montréal (Québec); et autres à venir

Rapport : aucun à ce jour

Durée : janvier 1990 – décembre 1992

Financement :

CDT		525 000 $
Secteur privé – en services	env.	380 000 $
Ministère des Transports de l'Ontario		205 000 $
Groupe Surface		90 000 $
Total approximatif		1 200 000 $

Numéros de projet : 7616, 7619, 7669, 7717

Numéro de dossier : 1465-543

Agent de projet : Beata Vespa

Train routier de type B équipé d'ABS, soumis à des essais sur piste à Centralia (Ontario).

Dispositifs antimise en charnière des véhicules articulés

La mise en charnière des véhicules articulés, semi-remorques tirées par des tracteurs, est un phénomène très dangereux qui est souvent la cause directe d'accidents graves, avec blessés et même des tués, et de dommages matériels importants. La mise au point de dispositifs antimise en charnière acceptés par les entreprises de camionnage devient donc un enjeu de la plus haute importance.

La recherche a porté sur l'utilité de certains dispositifs permettant de contrecarrer la mise en charnière des tracteurs et d'atténuer les oscillations des semi-remorques. Par des simulations assistées par ordinateur, les chercheurs ont approfondi ces deux phénomènes et vérifié l'efficacité de divers dispositifs agissant sur la sellette. La recherche a montré que la variation de l'angle d'articulation est plus rapide dans le cas des mises en charnière que dans celui des oscillations, que ces deux phénomènes agissent dans des sens opposés et que les oscillations ne sont qu'une forme atténuée d'instabilité dynamique étant donné qu'elles ont tendance à se résorber sans compensation aucune. Les dispositifs examinés ont été caractérisés selon l'effet qu'ils produisent : blocage, amortissement, bridage ou une combinaison de ces trois effets. Ils ont tous leurs avantages, mais ils ont été peu ou pas efficaces à contrer les oscillations de la semi-remorque. En fait, certains ont eu un effet négatif qui s'explique par le fait que, lorsque l'articulation est rendue rigide, les valeurs élevées de moment de rotation induites par les oscillations font perdre aux roues des essieux moteurs leur capacité de guidage latéral, entraînant un tête-à-queue de tout le véhicule. C'est pourquoi la recherche s'est attachée à contrer les mises en charnière seulement.

La recherche a montré en outre qu'une répartition judicieuse de l'effort de freinage réduit considérablement l'intensité des mises en charnière et qu'un dosage de l'effort de freinage en fonction des réactions pneus-chaussée est vital. Enfin, il a été constaté que l'écart entre les valeurs maximale et minimale du coefficient de frottement a plus d'influence sur les mises en charnière que ces valeurs elles-mêmes.

Contractant : TES Ltd., Ottawa (Ontario)

Rapport : TP 10474E, Development of an anti-jackknifing system for tractor semitrailers : feasibility study, phase I, stage 2, TES Ltd., 1990

Durée : octobre 1988 - mars 1990

Financement :

CDT	94 463 $
Approvisionnements et Services Canada	45 000 $
Total	139 463 $

Numéros de projet : 7150, 7151

Numéro de dossier : 1465-535

Agent de projet : Sivio Vespa

Vue d'un poids lourd après sa mise en charnière.

Recherche sur la stabilité des camions-citernes

Depuis que la réglementation sur les poids et dimensions des poids lourds a été rendue moins rigoureuse, le danger que constituent les camions-citernes partiellement remplis est devenu très préoccupant. Jusqu'ici, l'instabilité des gros camions-citernes partiellement remplis était très peu connue comme d'ailleurs leur comportement durant certaines manoeuvres à vitesses variées. La recherche a approfondi les caractéristiques de pilotabilité, de stabilité et de conduite de diverses combinaisons tracteur-citerne par des simulations systématiques sur ordinateur et par des vérifications sur le terrain.

Des programmes de simulation ont permis aux chercheurs de connaître les accélérations latérales maximales admissibles, la stabilité directionnelle durant les manoeuvres et les caractéristiques de pilotabilité et de stabilité, compte tenu de facteurs tels que la nature de la cargaison, le niveau de remplissage, la configuration du véhicule, la forme de la citerne et le type de manoeuvre.

Une batterie d'essais routiers a été menée par le ministère des Transports de l'Ontario avec la collaboration du Centre de recherche CONCAVE de l'Université Concordia, mettant en oeuvre un camion-citerne fabriqué exprès et dûment instrumenté. Des caméras vidéo ont permis d'observer le comportement de ce véhicule durant les manoeuvres de changement de file, de ralentissement et de freinage dans un virage.

Les résultats des essais routiers ont montré une bonne concordance avec ceux obtenus par simulation assistée par ordinateur, dans des conditions de niveaux de remplissage, de vitesses et à des manoeuvres variées. La recherche a montré que le cloisonnement des citernes accroît leur stabilité lorsqu'elles sont partiellement chargées, mais que les citernes ovales ou carrées supportent des accélérations maximales plus élevées lorsqu'elles transportent des liquides à fluidité élevée, et les citernes cylindriques lorsqu'elles transportent des liquides denses.

Contractant : Seshadri Sankar Inc., Brossard (Québec)

Rapport : *(avant-projet)* TP 10690E, Liquid tanker stability, Seshadri Sankar Inc. et Centre de recherche CONCAVE, 1990

Durée : juin 1985 - septembre 1990

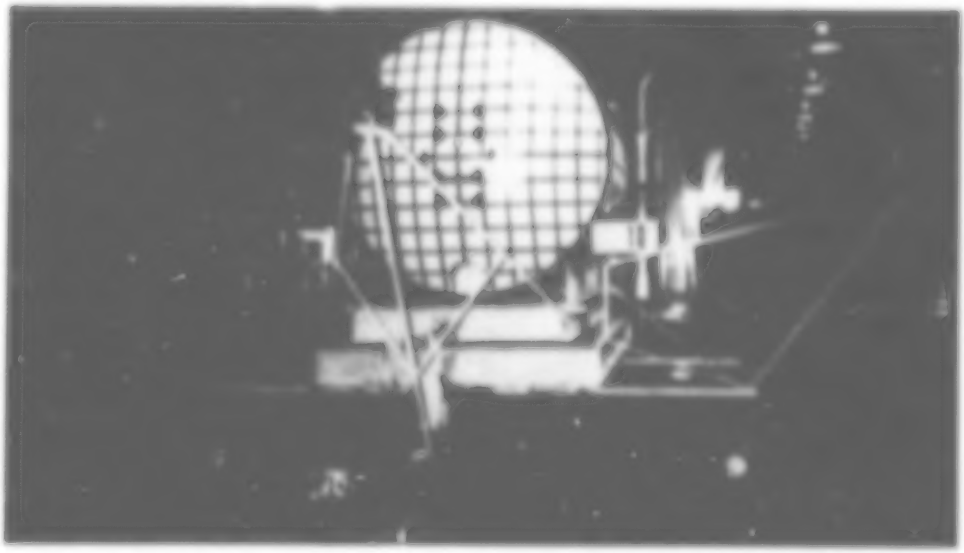
Financement :

Programme de R&D énergétiques	247 908 $
CDT	41 055 $
Ministère des Transports de l'Ontario + en services	22 000 $
Total	310 063 $

Numéros de projet : 6407, 7395

Numéro de dossier : 1465-421-4

Agent de projet : Lewis Sabourin



Les essais routiers de ce véhicule servent à valider les résultats de la modélisation.

Système expert sur la stabilité dynamique

Actuellement, l'aspect stabilité dynamique ne figure pas encore parmi les principaux paramètres de conception des véhicules articulés. Étant donné que les constructeurs de tracteurs ne sont pas ceux qui construisent les semi-remorques, et vice versa, il s'ensuit que le véhicule articulé est rarement étudié comme un ensemble complet. Les travaux de R&D menant à la réalisation de véhicules articulés modernes nécessitent l'intervention, très tôt dans le processus d'études, d'une modélisation et d'une analyse dynamiques à la fois complexes et coûteuses, si l'on veut réduire le coût du développement de prototypes et améliorer les performances du produit final.

Le Transportation Research Institute, University of Michigan aux États-Unis, a élaboré un logiciel qui permet, par des simulations sur la dynamique des véhicules articulés, de faire des prévisions sur les accélérations latérales maximales admissibles et sur la pirouettabilité durant les manœuvres et en freinage. Exploités par des établissements de recherche sur les transports au Canada et aux États-Unis, ce logiciel est cependant d'une complexité telle que ses applications sont encore limitées.

La présente recherche vise à rendre ce logiciel exploitable sur des PC sans rien perdre de sa puissance, c'est-à-dire augmenter sa convivialité et pouvoir en tirer des résultats plus aisés à interpréter. Pour cela, une vaste base de données sera compilée sur les poids et dimensions des tracteurs et des semi-remorques, et sur les paramètres régissant les performances des suspensions et des pneus. Ensuite, des éléments de systèmes experts seront élaborés et intégrés pour rehausser et faciliter la recherche par voie de modélisation et pour mettre en évidence les faiblesses qui pourront se manifester dans le comportement dynamique des configurations de véhicules articulés analysées.

Des contacts ont lieu entre les secteurs public et privé dans le but de définir les besoins recensés. Le transfert des connaissances depuis les centres de recherche vers les constructeurs semble se faire sans difficulté.

Contractant : CIS-TECH inc., Brossard (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : janvier 1990 - juin 1993
Financement : 444 121 $
Numéro de projet : 7265
Numéro de dossier : 1405-557
Agent de projet : Sisto Vespa

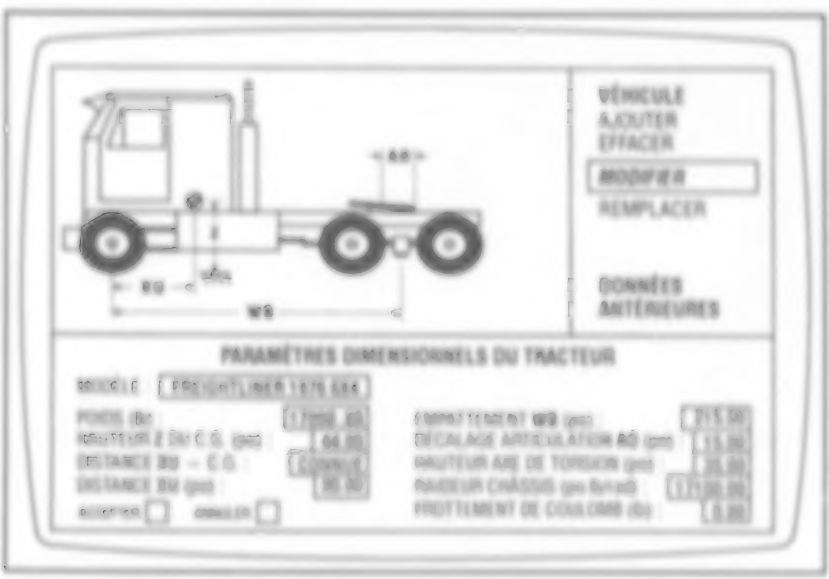


Tableau de paramètres dimensionnels tirés de la base de données, tel qu'il apparaît à l'écran.

Démonstration de l'autocar articulé Prévost

Cette recherche est le dernier volet du programme de R&D sur les autocars grande capacité. Celui-ci avait débuté il y a dix ans avec l'essai d'un autocar articulé de fabrication européenne sur une liaison exploitée par la société Voyageur Inc. Même si les résultats avaient montré que ce véhicule ne convenait pas aux conditions d'exploitation canadiennes, un intérêt était né pour la fabrication au Canada d'un autocar articulé plus avancé techniquement. C'est ainsi que le prototype du H5-60, maintenant en production série, a été réalisé par la société Prévost Car Inc. de Sainte-Claire (Québec), avec le concours financier des gouvernements fédéral et du Québec.

En novembre 1988, un programme de démonstration d'une durée de deux ans a été lancé, mettant en service 12 de ces autocars sur la liaison Montréal-Québec, d'abord par Voyageur Inc. et actuellement par Autocars Orléans Express Inc. Financé en partie au titre de l'Entente Canada-Québec de développement économique et régional, ce programme était destiné à illustrer les avantages de cette formule de transport routier de personnes, notamment un confort et une spaciosité jamais encore égalés, et à en promouvoir l'exploitation commerciale.

Ces autocars se distinguent par une bonne manoeuvrabilité, une excellente tenue de route et une ventilation améliorée. Ils sont équipés de freins antiblocage, ont un rayon de braquage beaucoup plus court que les autocars classiques et leur poste de conduite est plus spacieux. Bien qu'ils aient une capacité maximale de 72 sièges, ils n'en comportent que 48, disposés en rangées de 1 et 2 sièges, offrant aux voyageurs 30 p. 100 plus d'espace entre les rangées et entre les sièges.

Le succès évident de cette formule a encouragé le constructeur à incorporer une bonne partie de cette technologie dans ses nouveaux modèles d'autocars de 40 pieds de longueur. Le programme a permis d'accumuler d'abondantes informations sur les aspects technique, exploitation et mise en marché, dont bénéficieront les entreprises qui voudront exploiter cet intéressant créneau.

Contractant : Autocars Orléans Express Inc., Montréal (Québec)

Rapport : TP 8826F, Rapport d'évaluation et d'épreuves d'endurance du prototype de l'autocar articulé H5-60 de Prévost Car, phase I, Voyageur Inc., 1987

Durée : octobre 1987 - juin 1991

Financement :

Voyageur Inc.	5 180 000 $
Transports Canada	1 749 000 $
Ministère des Transports du Québec	1 749 000 $
Total	8 678 000 $

Numéro de projet : 6942

Numéro de dossier : 1465-490-4

Agent de projet : Brian Marshall

Autocar allongé complètement adapté

L'autocar de 45 pieds de long, fabriqué par Motor Coach Industries (MCI) est le premier sur le marché nord-américain à être conçu et réalisé comme tel, et non pas comme un autocar classique allongé de 5 pieds. En plus des nombreuses caractéristiques mécaniques qui le distinguent, il est complètement adapté aux besoins des voyageurs âgés ou handicapés (voir page 129).

Son développement est passé par trois phases. Dans la première, les chercheurs se sont intéressés à l'accessibilité, à la suspension et à la ventilation. Pour l'étude de la suspension, ils ont fait appel au modèle de simulation étudié par UTDC de Kingston (Ontario) dans le cadre d'une recherche antérieure. Par ailleurs, les résultats de précédentes recherches du CDT ont été exploités pour déboucher sur un système de conditionnement d'air permettant d'obtenir un rapport air neuf-air recyclé le plus élevé possible.

Dans la phase suivante, un autocar standard de 40 pieds modifié a servi de banc d'essai aux organes étudiés exprès pour cet autocar, et notamment la suspension et le circuit de refroidissement du moteur. Les chercheurs ont pu alors mettre la touche finale aux spécifications de l'autocar de 45 pieds. Une fois l'étude détaillée achevée, MCI a commencé la construction du prototype, dans son usine de Winnipeg, qui a été présenté la première fois en mai 1990.

Étant donné que cet autocar dépasse la limite de 40 pieds de longueur imposée par les provinces canadiennes et par plusieurs états américains, il est prévu de montrer les possibilités du prototype aux autorités compétentes dans le but de faire lever le règlement restrictif. Des évaluations techniques poussées et une vaste étude de marché serviront à déterminer la réaction des acheteurs éventuels ainsi que celle des associations de handicapés.

Contractant : Motor Coach Industries, Winnipeg (Manitoba)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : octobre 1987 – septembre 1990
Financement :

Motor Coach Industries	2 000 000 $
Approvisionnements et Services Canada	473 633 $
Programme de R&D énergétiques	240 000 $
PTPH	145 500 $
CDT	100 867 $
Total	2 960 000 $

Numéro de projet : 6978
Numéro de dossier : 1465-472-3
Agent de projet : Brian Marshall

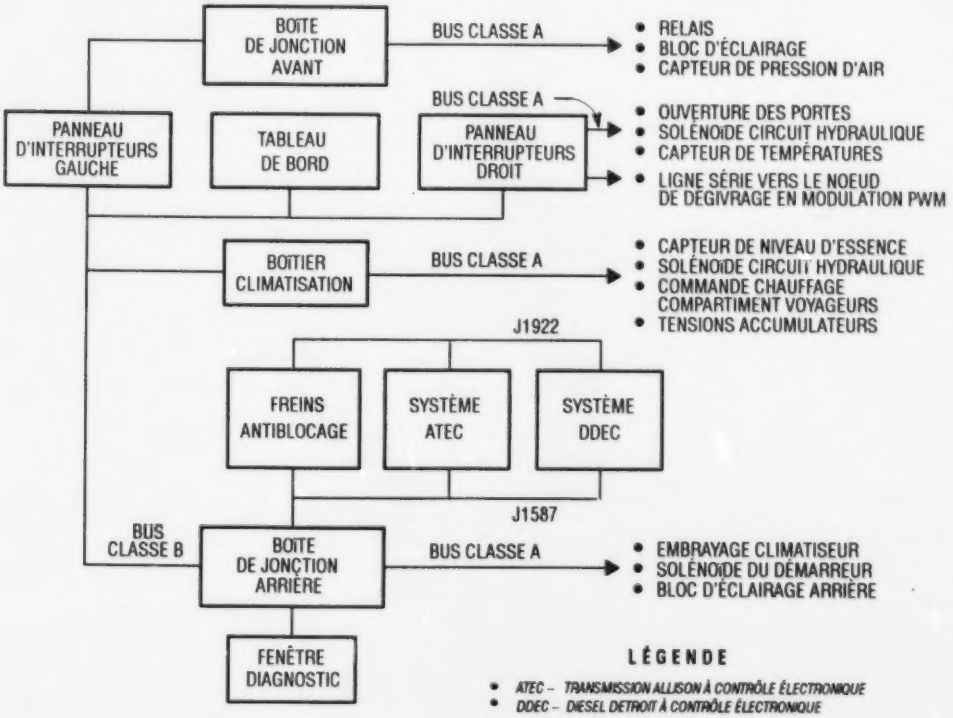
Faisabilité du multiplexage dans les autocars

Le multiplexage qui est une technique de transmission de messages multiples sur voie unique, permet de réduire la complexité du réseau de câbles d'un véhicule routier. L'intérêt de cette technologie pour les entreprises de transport est évident, surtout si l'on considère à quel point l'électronique automobile est devenue elle-même complexe. L'électronique apporte certes de nombreux avantages, mais aussi des inconvénients. Dans le cas des autocars, par exemple, il y a le manque d'espace et le coût élevé de la main-d'oeuvre nécessaire au montage des systèmes et à leur installation. Or, le multiplexage apporte une solution élégante à tous ces problèmes tout en rendant possibles les fonctions de diagnostic et de maintenance préventive.

L'utilisation du multiplexage dans l'automobile a déjà commencé dans une certaine mesure, mais pas encore dans les autocars et les camions. La présente recherche a eu pour but d'évaluer les retombées technico-économiques du multiplexage dans le cas des autocars, de définir avec précision les caractéristiques que devrait avoir un réseau multiplexé prototype et de formuler des recommandations concernant son intégration aux systèmes existants. Un tour d'horizon de l'évolution du multiplexage dans l'automobile a été également fait dans la perspective de sa transposition à la construction d'autocars.

La recherche a montré que le multiplexage dans les autocars est faisable et même profitable, sans oublier le grand avantage d'accroître la fiabilité globale des circuits électriques.

Contractant : Manitoba Research Council, Winnipeg (Manitoba)
Rapport : TP 10522E, Feasibility study of applying multiplexing technology to intercity coaches, Manitoba Research Council, 1990
Durée : septembre 1989 - juin 1990
Financement : 48 667 $
Numéro de projet : 7213
Numéro de dossier : 1465-550
Agent de projet : Lewis Sabounghi



Le multiplexage permet de réduire la complexité du réseau de câbles électriques.

Recherche sur les semi-remorques à essieux relevables

Le parc de véhicules industriels du Québec et de l'Ontario comporte plusieurs milliers de semi-remorques multi-essieux, capables de transporter de très lourdes charges. Ces essieux sont espacés les uns par rapport aux autres de manière à bien répartir la charge transmise à la chaussée. Les semi-remorques dont l'écartement des essieux est maximal sont presque toujours équipées d'un essieu relevable ou plus.

L'étude sur les poids et dimensions des véhicules de transport routier, menée en 1986 par l'Association des transports du Canada (autrefois l'Association des routes et transports du Canada) et par la Conférence canadienne des administrateurs en transport motorisé, a montré que les essieux relevables augmentent l'instabilité et que l'usage impropre qui en est souvent fait rend les véhicules lourds encore plus agressifs vis-à-vis des chaussées. Autant de motifs pour l'élimination pure et simple des essieux relevables, sauf que, grâce à eux, la charge utile d'une semi-remorque peut être augmentée de quelque 9 tonnes, gain économique indéniable pour les transporteurs.

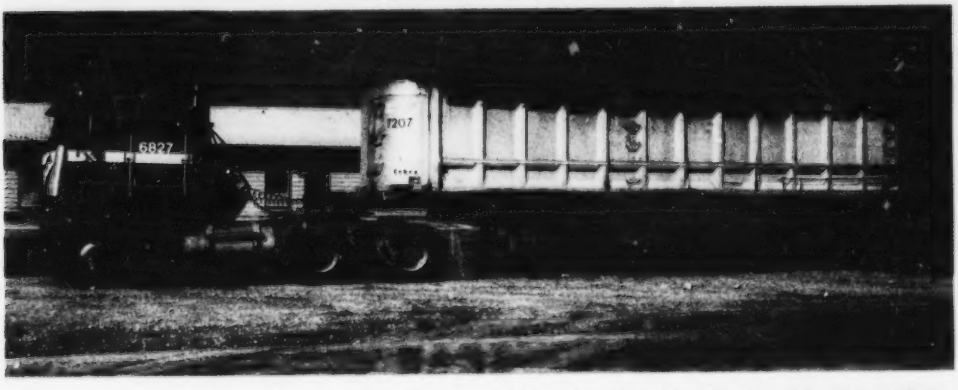
La présente recherche parrainée par le CDT avec le concours du Québec et de l'Ontario, et celui de fabricants de suspensions et d'essieux et de plusieurs entreprises de transport, vise à mettre au point, essayer et exploiter expérimentalement des essieux relevables améliorés conçus pour maintenir la charge au sol à un seuil de consigne et offrir des caractéristiques d'autovirage rehaussées. L'idée est d'améliorer la pilotabilité et la stabilité en roulis de manière à réduire l'agressivité vis-à-vis des chaussées tout en restant dans la limite de charge admissible. Au départ, la recherche s'attachera à élaborer des normes de performances concernant les essieux relevables. Ensuite, les performances et la résistance des essieux relevables classiques seront évaluées par des essais en service à petite échelle mais dans des conditions normales pour le Canada. Enfin, en phase II, il s'agira de mettre au point et à l'épreuve des dispositifs de régulation de la charge au sol et dans le fonctionnement desquels le conducteur n'aura pas à intervenir.

Une étude sur l'impact économique des essieux relevables a été menée à terme, tandis que le programme d'essais en service des essieux autovireurs classiques, d'une durée de 18 mois, a été lancé. À l'heure actuelle, le groupe de spécialistes chargé de ce projet examine les recommandations formulées à l'égard des performances et des fonctionnalités exigées pour les essieux relevables.

Contractant : à déterminer
Rapport : aucun à ce jour
Durée : mai 1989 - décembre 1993
Financement :

CDT	200 000 $
Secteur privé — en services	200 000 $
Ministère des Transports de l'Ontario	100 000 $
Ministère des Transports du Québec	100 000 $
Total	600 000 $

Numéro de projet : 7278
Numéro de dossier : 1465-547
Agent de projet : Sesto Vespa



Véhicule articulé tridem à essieu relevable par vérin pneumatique.

Tracteur tridem pour le transport forestier

Le transport du bois en grume dans les forêts intérieures de la Colombie-Britannique compte en moyenne pour 30 p. 100 du coût du bois livré. Pour lutter contre l'augmentation de ce coût à mesure que s'accroissent les distances séparant les sites d'exploitation forestière des scieries, les entreprises de transport ont pensé augmenter la productivité en utilisant des semi-remorques comportant un nombre plus élevé d'essieux. Le danger de cette solution est, d'une part, une puissance de traction diminuée et, d'autre part, un dépassement de l'accélération latérale maximale admissible et une perte de pilotabilité.

Pour obvier à la diminution de la puissance de traction, il a été proposé de remplacer l'essieu tandem des tracteurs par des essieux tridem, selon l'une des deux configurations suivantes : un essieu relevable porteur et directeur et deux essieux moteur ou trois essieux moteur non relevables. Ces deux configurations ont été analysées en profondeur pour déterminer si les performances demeurent satisfaisantes. Des modèles de prévision ont été élaborés afin de calculer le gain de puissance de traction et de vérifier la stabilité dynamique du véhicule articulé dans chacune des configurations proposées. Ainsi, avant même de lancer la fabrication des véhicules, cette méthode d'analyse a permis de hiérarchiser les gains de puissance de traction en rampe et de tenir compte du facteur stabilité dans le comportement des véhicules.

La recherche a montré que l'essieu tridem permet d'accroître sensiblement la puissance de traction effective en palier et en rampe. Cependant, les études dynamiques ont révélé des faiblesses dans le comportement de certains ensembles à remorques multiples, que le tracteur utilisé soit de type tandem ou tridem (3 ou 4 essieux). Un ensemble articulé à une seule remorque et tracteur tridem à voie large comportant un essieu relevable médian constitue une configuration apportant un gain de puissance de traction tout en assurant une productivité égale à celle des configurations multi-essieux à plusieurs remorques.

Contractant : Institut canadien de recherches en génie forestier, Vancouver (C.-B.)

Rapport : *(avant-projet)* TP 10216E, Development of a tridem axle tractor for log-hauling applications: phase I, Institut canadien de recherches en génie forestier, 1990

Durée : septembre 1988 - mai 1990

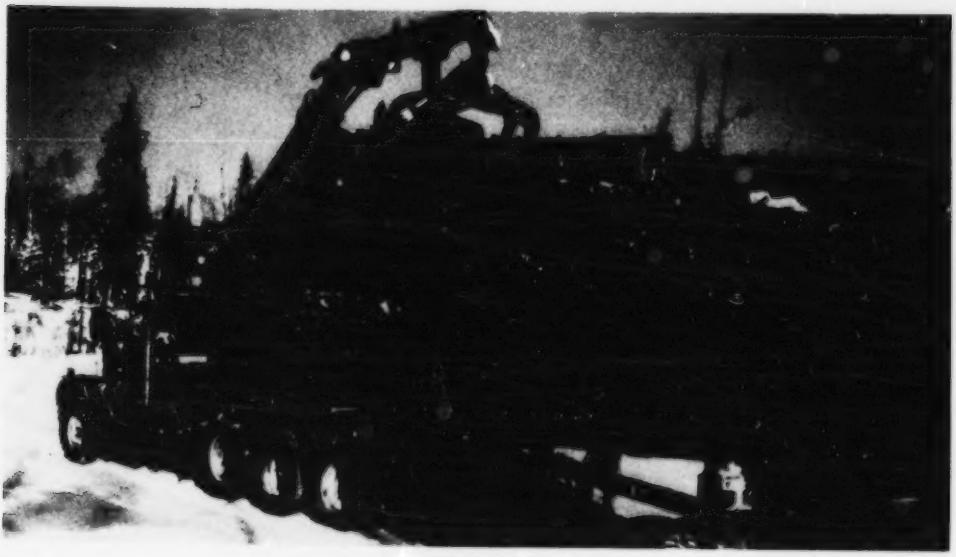
Financement :

Approvisionnements et Services Canada	75 000 $
CDT	75 000 $
Total	150 000 $

Numéros de projet : 7156, 7157

Numéro de dossier : 1465-519-1

Agent de projet : Sesto Vespa



Transport de bois en grume en Colombie-Britannique.

Épandeuse de sel allégée

Les véhicules routiers en surcharge sont agressifs vis-à-vis des chaussées et accroissent les charges grevant les budgets des pouvoirs publics concernés. Devant cet état de choses, le ministère des Transports du Québec a opté en faveur d'un programme visant à réduire progressivement les charges à l'essieu des utilitaires et des engins de déneigement à son service, à commencer par les épandeuses de sel et d'abrasifs.

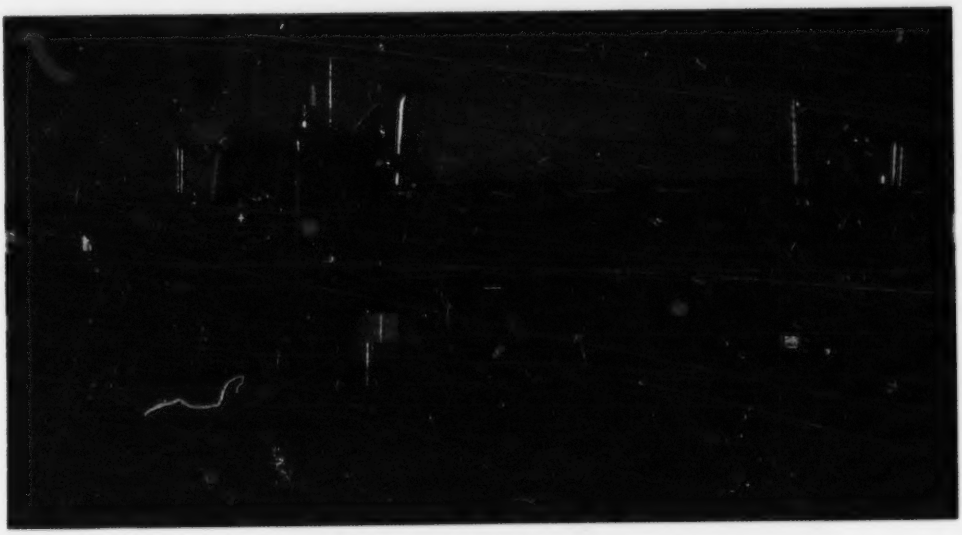
La présente recherche concerne l'étude, la réalisation et l'essai d'une épandeuse allégée d'au moins une tonne par rapport aux engins courants, lesquels, une fois chargés de sable, pèsent 2,5 tonnes de plus que le poids total en charge admissible de 28 tonnes. Elle se penchera également sur d'autres facteurs en jeu, comme la corrosion, l'usure de la bande transporteuse, la résistance du grillage, la hauteur du centre de gravité et une meilleure sécurité du travail par une signalisation améliorée d'un type nouveau.

Le développement d'un tel engin pourra se traduire par des coûts d'acquisition et de maintenance moins élevés. Financée dans le cadre de l'Entente Canada-Québec de développement économique et régional (EDER), la recherche satisfait à la condition posée, qui est de renforcer par la recherche et le développement le secteur de la fabrication de matériels de transport au Québec et de trouver des débouchés aux nouveaux produits créés.

Contractant : Société G.I.D. Design Ltée, Ste-Foy (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : octobre 1989 – mars 1991
Financement :

CDT	194 713 $
Ministère des Transports du Québec	194 713 $
Total	389 426 $

Numéro de projet : 7429
Numéro de dossier : 1465-563
Agent de projet : Sesto Vespa



Prototype de l'épandeuse de sel et de matières abrasives, allégée par l'emploi de matériaux composites.

Recherche sur la consommation des poids lourds

Les industries de transformation qui comptent sur les transports routiers de longue distance pour s'approvisionner, sont les premières bénéficiaires de toute mesure favorisant une utilisation plus efficace des carburants. Une étude de trois ans sur les facteurs influant sur la consommation des poids lourds a débouché sur une ébauche de modèle universel reliant dans un système unique les principaux facteurs en jeu : le conducteur, le véhicule et l'environnement. Or l'influence de ces facteurs varie selon le rendement énergétique du carburant, la conversion de l'énergie thermique en énergie motrice, l'interaction pneus-chaussée, la dynamique particulière du véhicule articulé et la technique de conduite. Le bilan comparatif de la consommation a été établi sur une base paramétrique, en faisant varier les paramètres conducteur, trains roulants, surfaces et profils de roulement.

Menée par l'Institut canadien de recherches en génie forestier, l'étude a permis d'approfondir l'influence du conducteur sur la consommation, ainsi que l'effet de l'interaction entre la chaussée, le véhicule et l'environnement sur les performances routières du conducteur.

Le modèle de calcul élaboré sert déjà à orienter les décisions d'une entreprise forestière en matière d'affectation des conducteurs. Une étude complémentaire a été lancée pour affiner le modèle et pour le valider au moyen des données rassemblées, tandis qu'une série de colloques est en train d'être organisée dans le but d'expliquer cette technique aux groupes intéressés.

Contractant : Institut canadien de recherches en génie forestier, Pointe-Claire (Québec)

Rapport : TP 10081E, Energy consumption of heavy road vehicles: field parameter measurements and cross impact analysis (summary), Institut canadien de recherches en génie forestier, 1989

Durée : décembre 1985 – novembre 1989

Financement :

Institut canadien de recherches en génie forestier	1 000 000 $
Programme de R&D énergétiques	275 000 $
Association du camionnage du Québec	5 000 $
Total	1 280 000 $

Numéros de projet : 6593, 6594

Numéro de dossier : 1465-470

Agent de projet : Lewis Sabounghi

Les essais routiers sur ce véhicule ont débouché sur un modèle reliant les facteurs conditionnant la consommation des poids lourds.

Recherche sur les lubrifiants

En 1987, les entreprises de camionnage pour leur propre compte et le compte d'autrui ont consommé plus de trois milliards de litres de carburant. Un gain de consommation, ne serait-ce que d'un faible pourcentage, apporterait d'intéressantes économies. La présente recherche vise à approfondir la relation entre les propriétés des lubrifiants pour engrenages, la consommation de carburant et la durée de vie des chaînes cinématiques. Deux types de lubrifiants – huiles naturelles et huiles synthétiques – sont mis à l'épreuve dans une plage de températures (-25 °C à 120 °C) représentative des conditions d'exploitation rencontrées généralement au Canada.

D'abord un véhicule articulé instrumenté a été soumis à des essais routiers, puis plusieurs lubrifiants formulés à partir d'huiles de base et d'additifs courants ont été expérimentés. Deux des lubrifiants retenus ont été soumis à des essais climatiques sur banc dynamométrique. L'analyse de l'information obtenue a porté sur la consommation de carburant correspondante, la plage des températures de service, le régime tachymétrique et les facteurs de charge. Après de multiples expérimentations poussées, les chercheurs ont réussi à optimiser les propriétés viscosimétriques d'un lubrifiant pour engrenages formulé à partir d'additifs et de produits de base courants.

Les expérimentations et l'optimisation des lubrifiants retenus se poursuivent, mais d'ores et déjà la recherche a montré que l'espoir de réaliser des gains de consommation intéressants commence à se concrétiser.

Contractant : Imperial Oil Ltd., Sarnia (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : avril 1987 - août 1991
Financement :

Programme de R&D énergétiques	389 436 $
Institut canadien de recherches en génie forestier	300 000 $
Imperial Oil Ltd.	300 000 $
Approvisionnements et Services Canada	200 000 $
Total	1 189 436 $

Numéros de projet : 6883, 6884
Numéro de dossier : 1465-504
Agent de projet : Lewis Sabounghi

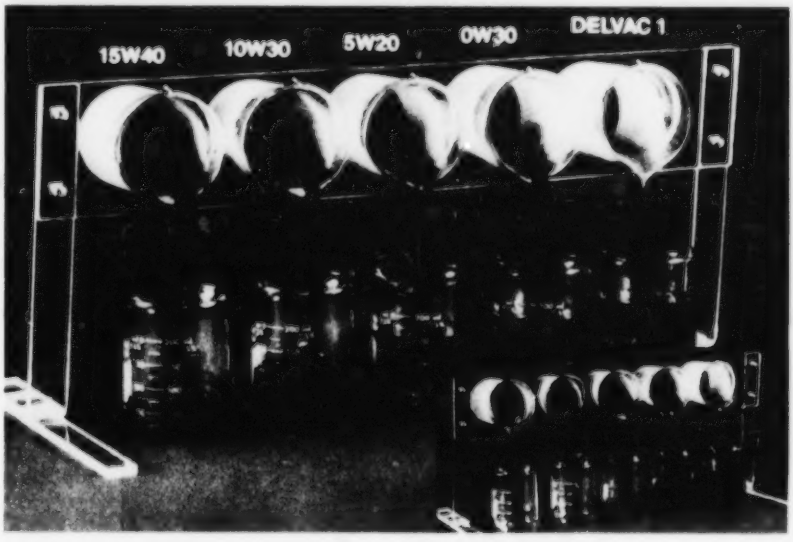


Illustration des différences dans la viscosité des lubrifiants.

Transmission Ker-Train à rapport variable

Des recherches antérieures financées par le CDT ont permis à Ker-Train Systems Ltd. de réaliser une transmission à 64 rapports, pilotée par ordinateur et essayée expérimentalement sur un véhicule routier à traction électrique, le Marathon C-360. Une fois intégrés, les résultats de cette expérimentation ont servi à la simulation d'une application aux autobus urbains. L'analyse a montré qu'un gain de consommation de quelque 25 p. 100 était réalisable grâce à cette transmission, et qu'il était possible de réduire considérablement les émissions de polluants solides en réglant celle-ci de manière à éviter les points de passage des rapports auxquels correspondent un maximum de pollution.

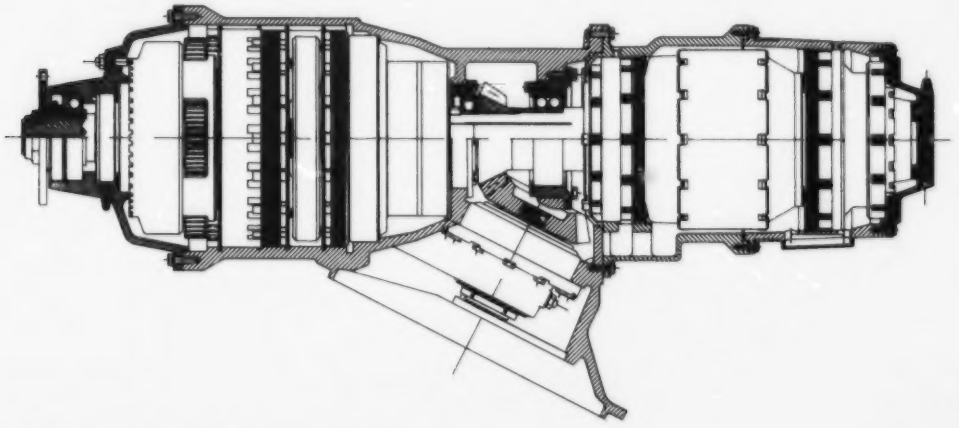
L'intérêt de cette transmission est d'offrir un nombre de démultiplications tel que le moteur fonctionne toujours à un régime et à un couple moteurs optimums, c'est-à-dire dans une plage de fonctionnement qui apporte le plus grand gain de consommation et qui produit le moins d'émissions solides. Elle s'avère donc très efficace là où les transmissions classiques le sont le moins : à faible vitesse et durant les accélérations à partir d'une vitesse zéro.

Le but de la présente recherche a été l'étude, la fabrication et l'essai d'un prototype de transmission convenant à un autobus urbain. Par la suite commenceront les expérimentations sur un autobus de la société des transports en commun de Toronto, financées par le ministère des Transports de l'Ontario, dans le but de vérifier si les gains de consommation et la réduction des émissions solides sont effectivement tels que prévus.

Contractant : Ker-Train Systems Limited, Kingston (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : avril 1987 - décembre 1990
Financement :

Programme de R&D énergétiques	200 000 $
CDT	113 125 $
Total	313 125 $

Numéros de projet : 6871, 6872
Numéro de dossier : 1465-507
Agent de projet : Roy S. Nishizaki



Transmission Ker-Train pour autobus urbains.

Réduction des émissions d'oxydes d'azote

Élaboré et breveté par le Dr Robert Perry à l'issue de ses recherches aux Laboratoires Sandia, le procédé Raprenox pourrait s'avérer un moyen pratique et économique de réduire les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) dans les gaz d'échappement des moteurs diesels, sans compromettre le rendement mécanique de ces moteurs. Le procédé consiste à injecter dans les gaz d'échappement un gaz qui se dégage de l'acide cyanurique, un produit chimique bon marché et très répandu. Ce gaz réagit rapidement et sélectivement avec les oxydes d'azote qu'il réduit.

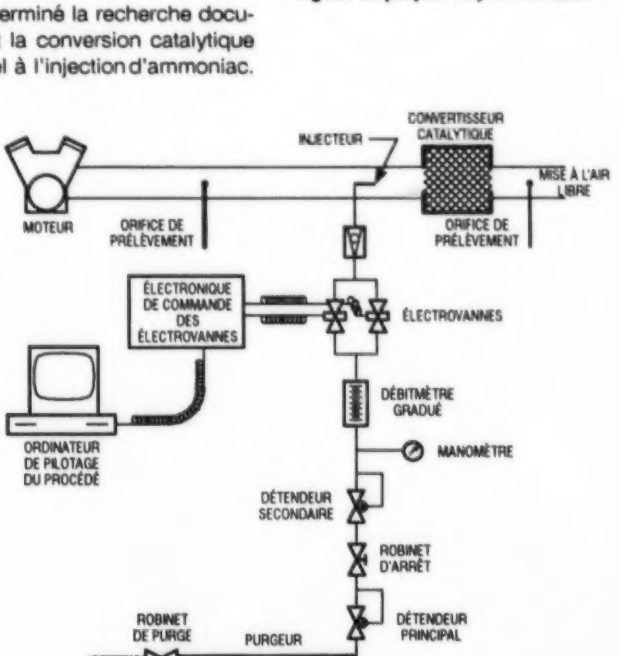
La présente recherche consiste à examiner dans quelle mesure ce procédé réduit effectivement les émissions de NO_x dans les gaz d'échappement des moteurs diesels brûlant soit du carburant diesel, soit du gaz naturel, et à comparer le rendement obtenu avec celui du procédé par injection d'ammoniac.

Les chercheurs ont terminé la recherche documentaire concernant la conversion catalytique sélective faisant appel à l'injection d'ammoniac. Un dispositif d'injection d'ammoniac a été étudié exprès et un banc d'essai monté. Au début, il était prévu que le procédé Raprenox fasse appel à l'acide cyanurique en poudre, mais la recherche a montré l'avantage de l'acide sous forme liquide. À cause de ce changement, le procédé ne sera prêt à être essayé qu'au printemps de 1991.

Contractant : ORTECH International, Mississauga (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : juin 1989 – janvier 1991
Financement :

CDT	401 800 $
Programme de R&D énergétiques	200 000 $
Total	601 800 $

Numéros de projet : 7228, 7230, 7231
Numéro de dossier : 1465-544
Agent de projet : Roy S. Nishizaki



Dispositif d'injection d'ammoniac en conversion catalytique sélective destinée à réduire les émissions d'oxydes d'azote.

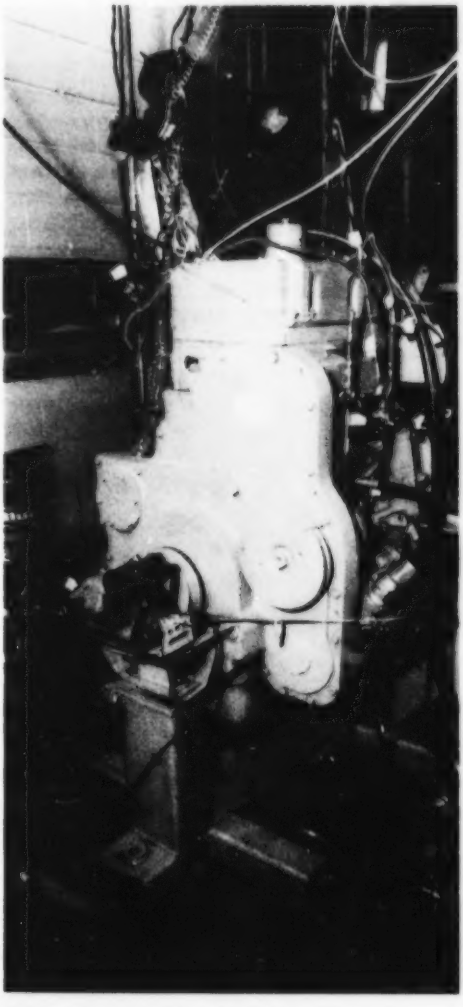
Caractérisation des moteurs diesels brûlant du méthanol pur et à allumage par bougie incandescente

L'intérêt principal du méthanol comme carburant pour moteurs diesels lourds est d'abaisser à un niveau très bas la teneur en polluants solides des gaz d'échappement. Intérêt considérable du méthanol envisagé sous l'angle des lois antipollution rigoureuses proposées, et compte tenu qu'il n'existe pas encore de technologie économique permettant d'obtenir ce résultat. À cause de son faible indice de cétane, l'auto-inflammation du méthanol pur est difficile à obtenir en marche à vitesse variable, à moins que le moteur n'ait été modifié en conséquence. Dans ces conditions de marche, il faut soit utiliser des additifs améliorants, soit modifier le moteur lui-même, c'est-à-dire prévoir une source d'allumage ou relever la température de compression à l'intérieur du cylindre par la rétention d'une partie du gaz d'échappement.

La recherche sur l'optimisation moteur-carburant a porté sur la forme des pistons, la forme du jet à l'injection et la position relative de la bougie d'incandescence. Pour cela, les chercheurs ont utilisé un moteur Cummins L10 monocylindre brûlant du méthanol, dont ils modifiaient la configuration : un ou deux arbres à cames, trois modèles différents d'injecteurs, paramètres de calage d'injection optimisés. Deux culasses différentes ont été prévues ainsi que trois autres formes de piston selon le modèle d'injecteurs utilisé. Par la suite, ces essais se feront sur un moteur L10 à 6 cylindres.

Cette caractérisation en laboratoire du moteur monocylindre, à des charges et des vitesses de rotation variées a permis de faire les constatations suivantes : le rendement dynamométrique croît avec la charge, mais atteint un palier au-delà des charges d'intensité moyenne; la concentration des émissions de formaldéhyde et des hydrocarbures imbrûlés varie inversement à la charge du moteur, tandis que celle des oxydes d'azote varie directement avec celle-ci; l'avance du calage de l'injection réduit sensiblement les hydrocarbures imbrûlés mais augmente les émissions d'oxydes d'azote dans une forte proportion. Toutes ces constatations concordent de près avec les résultats connus des expérimentations faites sur des moteurs multicylindres brûlant du méthanol pur.

Contractant: Ortech International, Mississauga (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : juillet 1989 – décembre 1991
Financement :
Programme de R&D énergétiques 434 218 $
Numéro de projet : 7287
Numéro de dossier : 1465-559
Agent de projet : Roy Nishizaki



Moteur monocylindre d'essai Cummins L10.

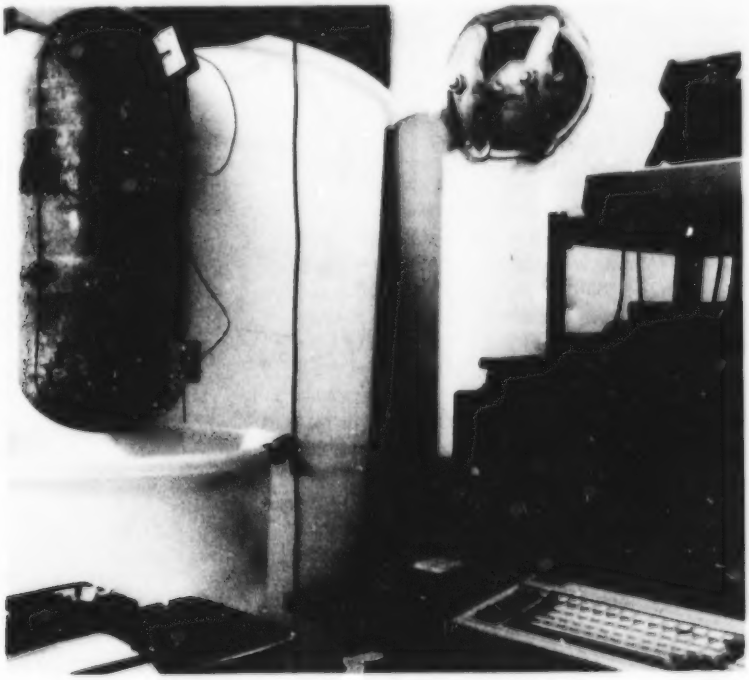
Examen des bouteilles de gaz naturel par émission acoustique

Deux obstacles se sont opposés jusqu'ici à la commercialisation généralisée du gaz naturel comme carburant pour véhicules routiers : l'absence de bouteilles à pression légères et sûres et l'inexistence d'une méthode pratique et économique pour l'examen de ces bouteilles. À l'heure actuelle, les récipients servant au stockage de carburants sous forme gazeuse et autres gaz sous pression sont examinés périodiquement sous une pression hydrostatique de 1,5 fois la pression en service normal. D'un côté, la dépose obligatoire des récipients entraîne des coûts substantiels et, de l'autre, les essais finissent par être destructifs, du fait qu'ils provoquent l'affaiblissement, voire la destruction précoce du récipient.

Les chercheurs ont étudié la nouvelle méthode prometteuse d'examen par émission acoustique, qui permet de déceler les zones de faiblesse par l'analyse des caractéristiques des signaux acoustiques émis, le tout sans soumettre le récipient à des pressions qui risquent de l'affaiblir.

Au cours de la première étape, la recherche a porté sur les matériaux entrant dans la fabrication des bouteilles de gaz naturel que l'on trouve actuellement sur le marché canadien. Les bouteilles en acier, celles en composite renforcées par frettes ou à chemise en acier ou aluminium et celles entièrement en composite ont été analysées; l'information ainsi obtenue a permis l'élaboration de critères pour la mise au point de méthodes d'essai par émission acoustique. L'étape suivante a consisté à réaliser un examen approfondi selon cette méthode lors de l'épreuve hydrostatique des bouteilles en usine, et un examen sommaire au moment du remplissage de la bouteille. Tous ces essais n'ont fait que confirmer l'utilité de la méthode d'émission acoustique dans cette application particulière.

Contractant : Association canadienne du gaz, Mississauga (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : février 1989 – novembre 1990
Financement :
Programme de R&D énergétiques 225 000 $
Numéro de projet : 7211
Numéro de dossier : 1465-461-2
Agents de projet :
Doug W. Dibble, Roy S. Nishizaki



Examen des bouteilles de gaz naturel par la méthode d'émission acoustique, à la recherche de fissures éventuelles.

Conversion des autobus au gaz naturel

Si les autobus urbains brûlaient du gaz naturel au lieu du carburant diesel, les économies et la dépollution qui en résulteraient seraient considérables. La présente recherche lancée dans le cadre de l'Entente Canada-Québec de développement économique et régional a pour objet la mise au point et l'expérimentation en service d'une trousse de conversion permettant aux autobus diesels de fonctionner au diesel et au gaz naturel. Les moteurs choisis aux fins des expérimentations sont les DDA 6V-71 et 6V-92 qui équipent près de 90 p. 100 des autobus en Amérique du Nord. Une fois mise au point, la trousse de conversion ne manquera pas de débouchés intéressants au Canada et aux États-Unis.

Après un tour d'horizon des trousses de conversion sur le marché – elles permettent aux moteurs diesels de brûler un mélange de gaz naturel et de carburant diesel – la recherche consistera à réaliser une trousse qui augmente le rendement thermique tout en réduisant les émissions polluantes. Par la suite, la Société des transports de la Communauté urbaine de Montréal la mettra en service expérimental de longue durée.

Contractant : Gaz Métropolitain, Montréal (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : janvier 1990 – mars 1991
Financement :

Gaz Métropolitain	169 000 $
CDT	84 500 $
Ministère des Transports du Québec	84 500 $
Total	338 000 $

Numéro de projet : 7427
Numéro de dossier : 1465-570
Agent de projet : Sesto Vespa

Exploitation expérimentale d'un autobus au gaz naturel.

Accumulateur de traction routière

Si les véhicules routiers à traction électrique n'ont encore pas connu le succès qu'ils méritent, c'est à cause de l'absence d'accumulateurs à énergie et puissance massiques élevées, qui soient en plus fiables, économiques et durables.

Avec la participation financière du CDT et du ministère des Transports du Québec, la société Hydro-Québec a lancé ce projet de développement d'un accumulateur à électrolytes polymères d'une énergie massique de 150 Wh/kg et d'une puissance massique de 140 W/kg.

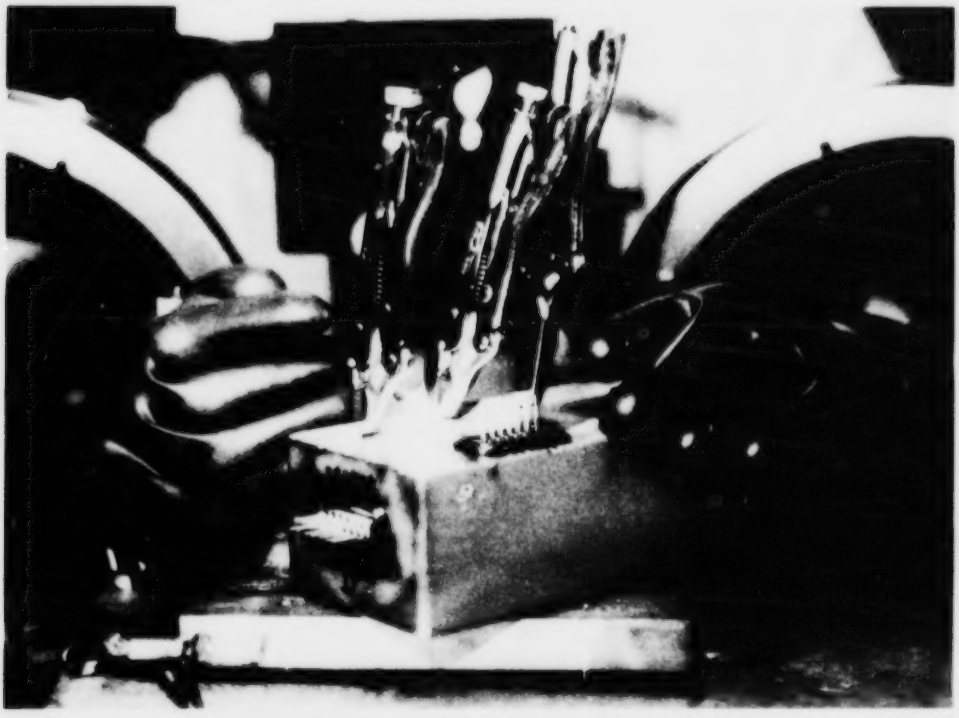
Une fois que le choix de l'anode, de la cathode et de l'électrolyte aura été arrêté et optimisé, un prototype de cellule de 280 Wh sera réalisé et éprouvé dans le but d'en déceler les faiblesses éventuelles. Par la suite, il s'agira de déterminer la méthode et le coût de fabrication.

Hydro-Québec et l'entreprise japonaise Yuasa Battery Co. d'Osaka ont créé une nouvelle filiale chargée de poursuivre la recherche et de commencer la fabrication de ce type d'accumulateur.

Contractant : Hydro-Québec, Montréal (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : avril 1990 – décembre 1991
Financement :

Hydro-Québec	600 000 $
Ministère des Transports du Québec	200 000 $
CDT	200 000 $
Total	1 000 000 $

Numéro de projet : 7420
Numéro de dossier : 1465-568
Agent de projet : Neil R. Gore



Prototype d'accumulateur de 10 Wh à électrolytes polymères.

Système intégré de gestion du trafic routier

Un système intégré de gestion du trafic routier (ITS) est exploité à titre expérimental dans trois villes ontariennes : Toronto, Ottawa-Carleton et la municipalité régionale de Durham. Une étude antérieure avait montré qu'un tel système permettrait d'améliorer considérablement la gestion du trafic routier. Cependant, le logiciel élaboré n'était pas intégré à un système opérationnel et il manquait une base de données permettant de le valider convenablement. La présente recherche a consisté à analyser le trafic dans ces trois villes, à élaborer les critères auxquels assujettir la constitution d'une base de données et à rassembler la documentation dont se serviront les opérateurs et les exploitants.

Le système ITS fait appel à plusieurs outils qui permettent d'améliorer la gestion du trafic routier : détection, analyse et classification des accidents routiers, intégration sur tableur standardisé et affichage sous forme de graphiques, le système pouvant au surplus s'interfacer avec diverses bases de données externes. Les avantages de ce système sont nombreux : plus grande fluidité de la circulation, réduction des bouchons et gains de consommation. Il permet en outre de réduire le taux d'accidents par une analyse plus fine des données accidentologiques. Enfin, les municipalités y verront le moyen de réduire leur budget d'exploitation par une meilleure utilisation des ressources à leur disposition.

Ce système est promis à d'intéressants débouchés du fait qu'il sera le premier de son genre sur le marché.

Contractant : IBI Group, Toronto (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : janvier 1987 - septembre 1990
Financement :

CDT	260 583 $
Programme de R&D énergétiques	178 083 $
Total	438 666 $

Numéros de projet : 6818, 6819, 6820
Numéro de dossier : 1465-444-2
Agent de projet : John H. Morgan

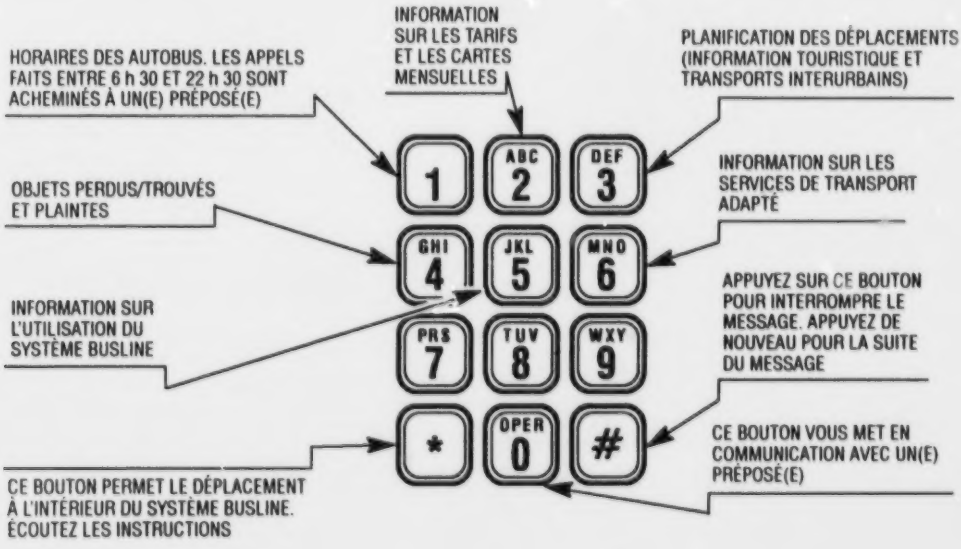
Mise en service du système intégré d'information sur les transports

Les usagers des transports en commun à Victoria (C.-B.), peuvent désormais obtenir rapidement des renseignements sur les services fournis. Il leur suffit de composer un numéro de téléphone pour atteindre un système automatique d'information appelé Busline et organisé autour du système intégré d'information sur les transports, ITIS (voir page 140). Ce dernier peut être interrogé par radio, terminal vidéo ou téléphone et également répondre par l'entremise d'un synthétiseur de parole. Le système ITIS est une réalisation d'Oracle Communications Inc., de Burnaby (C.-B.), financée par le CDT.

L'information vocale fournie par Busline sous forme d'enregistrement numérisé du message parlé concerne les tarifs, les destinations desservies, les itinéraires et les horaires. Pour l'obtenir, il suffit d'appeler un numéro central à l'aide d'un téléphone à touches. Lorsque la demande est un peu compliquée ou si elle parvient par un téléphone à cadran, la réponse est fournie par des téléphonistes. Le système a été essayé dans des conditions contrôlées en faisant appel à différents groupes d'usagers, et les résultats de ces essais ont permis de mettre le système au point.

La phase suivante consistera à situer le lieu de l'appel téléphonique sur un plan informatisé du réseau urbain desservi, à localiser le lieu de l'arrêt le plus proche et à indiquer l'heure de passage de l'autobus suivant. Ultérieurement, le système sera en mesure d'indiquer, grâce à une technique d'optimisation mathématique, l'itinéraire le plus direct ou le plus commode entre deux points, de donner le sens du parcours, de renseigner sur les horaires et de fournir aussi des renseignements sur d'autres modes de transport, tels que les traversiers et les autocars.

Contractant : British Columbia Transit, Vancouver (C.-B.)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : mars 1989 – mars 1991
Financement : 397 660 $
Numéro de projet : 7241
Numéro de dossier : 1450-151-2
Agent de projet : Ling Suen



Instructions pour l'utilisation du système Busline.

TRANSPORT FERROVIAIRE

Un réseau national de transport ferroviaire efficace et sûr constitue, pour le pays, une nécessité vitale. Le CDT contribue financièrement à la recherche sur les technologies ferroviaires de concert avec tous les milieux intéressés : sociétés de chemins de fer, fabricants d'équipements ferroviaires, établissements de recherche et sociétés privées de consultation.

Appui à la réglementation

Depuis l'entrée en vigueur, en janvier 1989, de la Loi sur la sécurité ferroviaire, la responsabilité de réglementer l'exploitation et l'entretien des chemins de fer, jusqu'alors assumée par l'Office national des transports du Canada, incombe à Transports Canada. Il en résulte que la demande de R&D émanant de la Direction générale Sécurité ferroviaire devrait augmenter en toute probabilité.

L'intérêt pour une sécurité renforcée peut être attribué à une sensibilisation accrue du public aux questions de sécurité; il se manifeste par la mise en place de dispositifs améliorés pour la protection des passages à niveau, tels que la signalisation automatique, ainsi que par des travaux de réaménagement de ces derniers. L'étude menée par le CDT sur les résultats de l'Opération Gareautrain, programme d'information publique visant à sensibiliser les Canadiens aux risques d'accidents aux passages à niveau sera examinée par les responsables de cette opération en vue de la rendre encore plus efficace.

Les actions de R&D à l'appui de la Direction générale Transport des marchandises dangereuses sont nombreuses. Bâtissant sur les connaissances acquises concernant le comportement des wagons transportant des gaz liquéfiés sous pression lorsqu'ils sont soumis à l'action d'une source externe de chaleur, les chercheurs ont fait un tour d'horizon des techniques concernant les soupapes de sûreté et approfondi les modes de défaillances des wagons, ainsi que le phénomène de formation de projectiles. Ils proposent maintenant une technique de modélisation et de caractérisation des soupapes selon divers paramètres.

Le CDT a commencé à s'intéresser à un système de connaissements électroniques pour le secteur ferroviaire. Ce mode de transport a été jugé le plus propice à l'introduction de cette technologie étant donné qu'il n'y a au pays que deux grandes sociétés ferroviaires et qu'elles sont très bien équipées en matériels informatiques.

Systèmes avancés de commande des trains

Les systèmes avancés de commande des trains (SACT) permettent de renforcer la sécurité et l'efficacité des opérations ferroviaires. Un secteur important de la recherche est celui de la réception de messages exempts d'erreurs par les équipements de communication numériques mobiles. Les sociétés ferroviaires utilisent déjà un système de codage-décodage faisant appel à un code correcteur d'erreurs Reed-Solomon. Les logiciels correspondants pilotés par microprocesseurs ont été élaborés aux termes d'un contrat du CDT, tandis qu'un circuit intégré à application spécifique (ASIC) est à l'étude. Les avantages des ASIC sont nombreux : rapidité, temps de codage-décodage faible, nombre de puces peu élevé, faible consommation et grande fiabilité.

Technologie de la sécurité

Le CDT s'intéresse aux technologies de la sécurité par le biais d'actions de R&D associatives avec les sociétés ferroviaires et les milieux de recherche universitaires et privés. En plus de concourir à l'amélioration de la sécurité, les recherches entreprises doivent être de nature à intéresser le secteur privé au point qu'il décide d'adopter spontanément les technologies ainsi développées.

La première phase d'une étude sur l'utilisation d'un radar embarqué pour la détection d'obstacles sur la voie ferrée a débouché sur un procédé prometteur, faisant appel à un câble coaxial à onde de fuite. Par ailleurs, le CDT s'intéresse de plus en plus aux méthodes d'essais non destructifs. Les travaux en cours ont pour objet le mesurage par voie électromagnéto-acoustique des contraintes résiduelles dans les rails. Si la recherche aboutit, elle pourra déboucher sur une méthode d'essai en laboratoire qui servira aux aciéries pour contrôler la qualité de leurs aciers pour rails. Cette méthode pourra servir aussi à d'autres usages, comme le contrôle sur place des rails, ou celui des roues susceptibles d'être le siège de contraintes résiduelles excessives dues à un effet thermique. D'autres travaux intéressent l'application de la vision artificielle au laser pour le contrôle du profil transversal et longitudinal des rails et celui de la résilience des aciers pour rails à des températures ambiantes variées.

Rendement énergétique et carburants de substitution

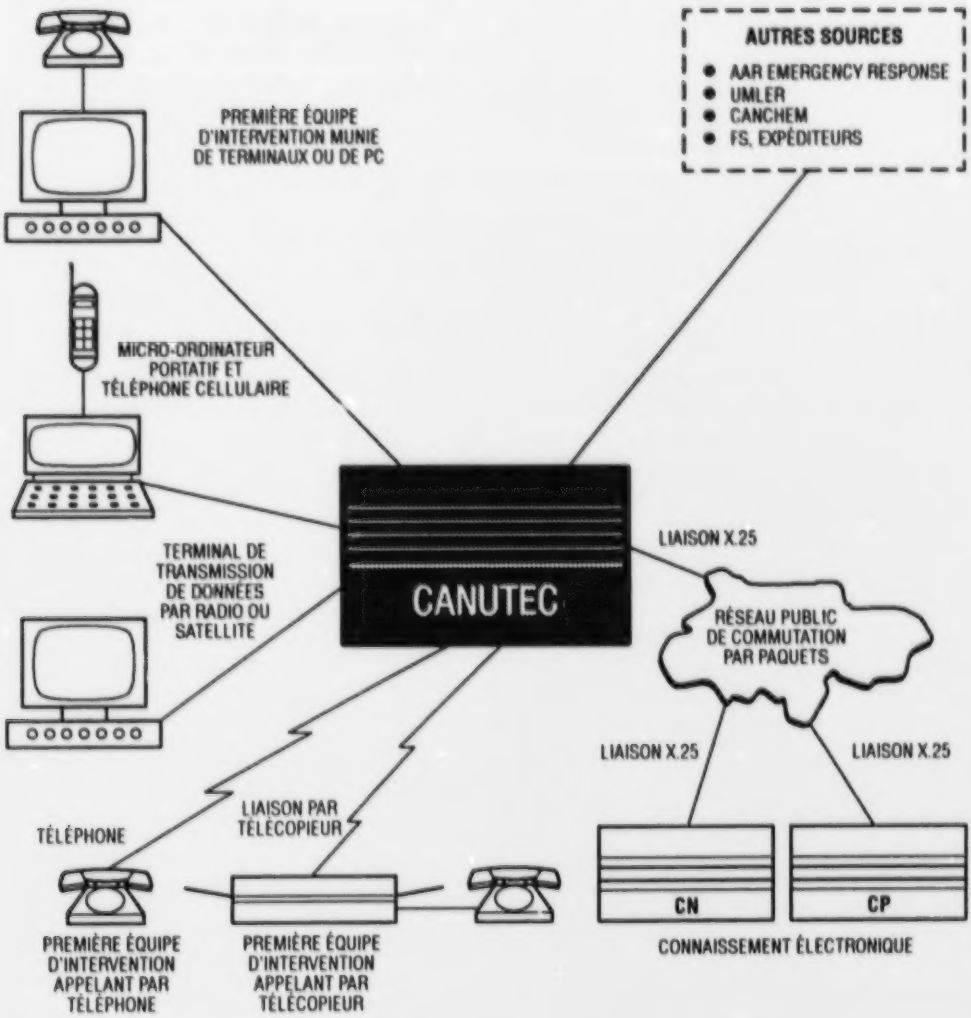
Dans le cadre de ses initiatives de recherche associative avec les sociétés ferroviaires ayant pour objectif l'économie d'énergie, le CDT a financé une recherche visant la mise au point d'un prototype d'économiseur de carburant destiné aux locomotives de la Quebec North Shore & Labrador Railway. Cette société a, par la suite, équipé de ce dispositif tout son parc de locomotives et elle a entrepris de former son personnel à l'utilisation et à l'entretien de cet économiseur. Les premiers résultats de cette exploitation devraient donner au secteur privé une idée précise de l'utilité de ce dispositif.

Évaluation des technologies ferroviaires

En collaboration avec les sociétés ferroviaires, le CDT lance des travaux de R&D exploratoire visant à évaluer systématiquement les initiatives dignes d'intérêt. Les sujets à l'étude incluent : le chemisage des cylindres des moteurs diesels par un procédé de projection à chaud et le perfectionnement d'un programme informatique pour l'analyse de la stabilité des talus de plates-formes ferroviaires.

Liaisons ferroviaires urbaines et interurbaines

L'innovation est un bon moyen à utiliser pour moderniser le réseau de transports en commun. Dans cette optique, le CDT exerce une veille technologique sur les nouvelles technologies susceptibles d'intéresser le transport ferroviaire. Un des secteurs les plus prometteurs est celui de l'électronique de commande pour les moteurs linéaires à induction.



Canutec, centre d'intervention d'urgence de Transports Canada, centralisera toutes les informations concernant le connaissement électronique proposé.

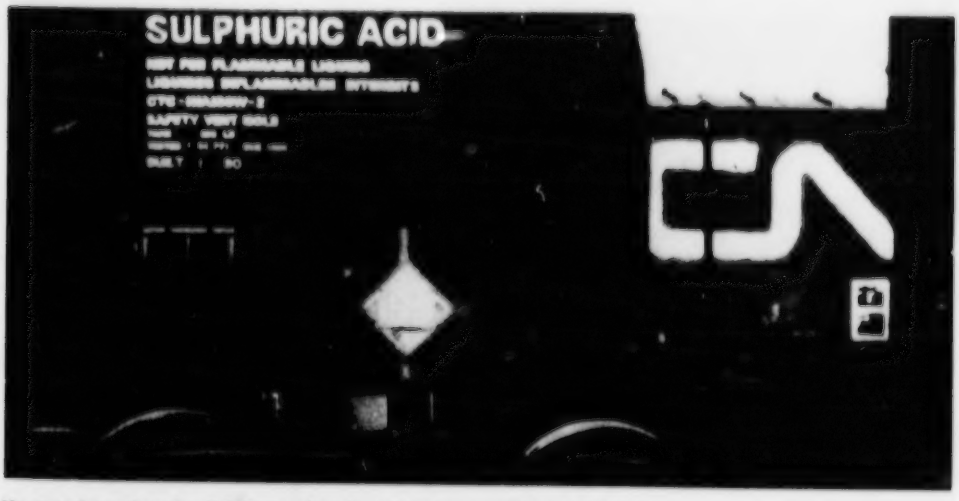
Connaissements électroniques pour le transport des marchandises dangereuses

Au Canada, la tâche de réglementer le transport de plus de 3 000 marchandises dangereuses incombe à Transports Canada. Dans la plupart des cas, la réglementation prévoit que le conducteur du train doit être porteur d'une fiche de sécurité correspondant à chacune des marchandises dangereuses transportées. Sur chaque fiche sont indiquées : la nature de la marchandise, ses propriétés, la marche à suivre en cas d'accident et autres informations utiles. Ces fiches sont strictement standardisées quant au format et au contenu.

L'étude s'est penchée sur les possibilités offertes par la télématique pour automatiser les fiches de sécurité, c'est-à-dire réduire les documents en papier au maximum, tout en respectant les exigences de sécurité. La responsabilité des personnes chargées d'intervenir en cas d'accident durant le transport d'une marchandise dangereuse est énorme. D'où la nécessité impérative pour elles de disposer d'un moyen leur permettant de fournir à temps une information à la fois juste et précise.

La première phase de cette étude a consisté à faire un tour d'horizon des techniques utilisées dans le secteur ferroviaire pour dresser automatiquement les documents de transport, notamment celle de l'échange des données informatisées (EDI), et sur leur applicabilité au transport des marchandises dangereuses. Un sondage exhaustif a été mené auprès du secteur ferroviaire, complété d'une recherche documentaire et d'interviews avec les milieux du transport ferroviaire, les chargeurs et les personnes devant intervenir en cas d'accident. Pour la phase suivante, il s'agira de faire une démonstration à petite échelle d'un connaissement électronique pour le transport ferroviaire de marchandises. Ce prototype de connaissement sera ensuite évalué par rapport au système courant, et divers scénarios seront simulés afin de mettre en évidence quand et comment l'information informatisée pourra être entrée. L'aspect juridique de la méthode envisagée sera examiné, à la lumière de la Loi sur le transport des marchandises dangereuses et des règlements d'application. Enfin, les modifications à apporter à la loi en vigueur seront mises en évidence et des recommandations seront faites en conséquence.

Contractant : Automation Technologies Group Ltd., Montréal (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : novembre 1989 – janvier 1991
Financement : 91 521 $
Numéro de projet : 7232
Numéro de dossier : 1465-538
Agent de projet : Lewis Sabounghi



Un grand nombre des 3 000 marchandises dangereuses répertoriées par Transports Canada sont transportées par chemin de fer. *(Photo CN Rail.)*

Modélisation du comportement thermique des wagons-citernes

Le transport des marchandises dangereuses, bien qu'essentiel à l'économie du pays, présente la double menace de vies mises en danger et d'atteinte à l'environnement. Les précautions entourant le stockage et le transport de ces marchandises doivent être rigoureuses. La présente étude se penche sur les diverses méthodes permettant justement de réduire dans toute la mesure du possible les conséquences désastreuses qui risquent de se produire lorsqu'un wagon transportant un gaz liquéfié sous pression se trouve au milieu de flammes.

L'étude a eu pour premier objectif d'approfondir les causes qui compromettent l'efficacité d'une soupape de sûreté protégeant un réservoir ou un wagon contenant un gaz liquéfié sous pression. Le comportement de cette soupape sous l'action du feu est vital car, si elle ne fonctionnait pas comme prévu, le réservoir ou le wagon finirait par se rompre, peu importe la qualité de son isolement. Une étude plus poussée est donc nécessaire pour approfondir le comportement des soupapes de sûreté. Partant du modèle sur les transferts thermiques mis au point à l'université Queen's, les chercheurs élaboreront un modèle décrivant le comportement dynamique des soupapes de sûreté, et qu'ils intégreront au modèle antérieur commencé en 1981. Ils procéderont ensuite au contrôle des caractéristiques de fonctionnement des soupapes.

Un appareil permettant d'étudier le comportement d'une soupape de sûreté sous l'action d'une couche limite monophasique ou diphasique se formant à l'intérieur de la cargaison d'un wagon-citerne est en voie de réalisation. Il permettra de déterminer l'effet de facteurs tels que l'âge et l'état d'une soupape, la température de service, le taux de présence de bulles dans la cargaison, l'état des conduits d'admission et d'échappement de la soupape et la forme de celle-ci. Les chercheurs tenteront d'obtenir des données sur le comportement de soupapes de sûreté lors d'incidents survenus réellement.

Contractant : Department of Mechanical Engineering, Queen's University, Kingston (Ontario)

Rapports :

TP 10049E, State-of-the-art review of pressure relief device design, testing and modeling, Department of Mechanical Engineering, Queen's University, 1990

TP 10050E, State-of-the-art review of pressure liquefied gas container failure modes and associated projectile hazards, Department of Mechanical Engineering, Queen's University, 1990

Durée : février 1989 – mars 1992

Financement : 150 000 $

Numéro de projet : 7215

Numéros de dossier : 1465-302-6-7

Agents de projet :
Doug W. Dibble, Neil R. Gore

Évaluation de l'Opération Gareautrain

Lancée en 1981, l'Opération Gareautrain vise à sensibiliser les Canadiens aux risques d'accidents aux passages à niveau. C'est le Groupe national, financé conjointement par l'Association des chemins de fer du Canada et la Direction générale de la sécurité ferroviaire de Transports Canada, qui assure la promotion et la coordination des activités Gareautrain au sein des conseils provinciaux de sécurité et d'autres organismes participants; qui produit et distribue des documents, imprimés et audio-visuels; qui organise des manifestations spéciales, telles que les journées Gareautrain; qui produit des messages publicitaires pour la radio et la télévision et qui, enfin, organise des conférences dans les établissements scolaires et les écoles de conduite.

À la demande du CDT qui répondait à l'invitation des organismes parrains, le Groupe des conseillers gouvernementaux a évalué cette Opération du point de vue des résultats obtenus.

Ces résultats ont été trouvés positifs au vu de la baisse significative du nombre des accidents avec tués et blessés depuis le début de l'Opération.

Quant à l'efficacité de l'Opération, elle se compare favorablement à celle d'autres programmes d'information du grand public, et peut même être citée en exemple pour ce qui est de susciter et d'entretenir l'intérêt et la participation d'un grand nombre d'organismes de sécurité publique.

Contractant : Groupe des conseillers gouvernementaux, Ottawa (Ontario)
Rapport : TP 10377E, Review of Operation Lifesaver Program, Groupe des conseillers gouvernementaux, 1990
Durée : mai 1989 - juin 1990
Financement : 48 000 $
Numéro de projet : 7305
Numéro de dossier : 1465-560
Agent de projet : Neil R. Gore

Il existe 26 000 passages à niveau au Canada.

Étude d'un ASIC pour SACT

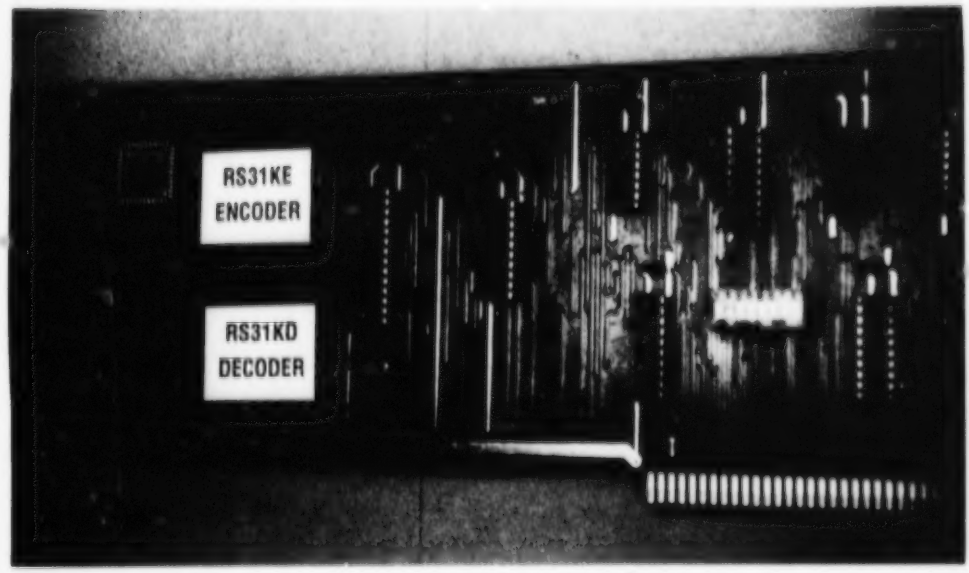
Cette étude concerne la réalisation d'un circuit intégré spécifique de protection contre les erreurs de transmission, notamment pour la correction d'erreurs sans voie de retour dans les données numériques transmises par les SACT. L'efficacité de ces derniers dépend avant tout de la qualité des liaisons de transmission numérique de données tant vitales que accessoires entre, d'une part, le poste de contrôle, et, d'autre part, les trains, les équipes d'entretien de la voie ferrée et les dispositifs de signalisation en bordure de voie. La rigueur exigée à l'égard des opérations ferroviaires et l'exiguïté du spectre de radiofréquences attribuées obligent à une rigueur correspondante dans la fidélité des messages échangés.

La recherche a porté sur la réalisation et la démonstration d'un codage Reed-Solomon 31 kbits programmable, et son implémentation sur un circuit intégré d'application spécifique (ASIC) conçu exprès. Afin de pouvoir synthétiser un codage adapté, divers algorithmes de codage-décodage ont été évalués sous l'angle de la rapidité et de la complexité d'exécution. Un prototype a pu être réalisé, essayé et évalué, en même temps qu'un circuit intégré programmable a été réalisé en ASIC et poussé au stade de production en série.

Les avantages des ASIC sont nombreux : rapidité, temps de codage-décodage faible, nombre de composants peu élevé, faible consommation et grande fiabilité.

Les essais exhaustifs faits sur deux puces de petite série, codage et décodage, se poursuivent. La recherche promet de déboucher sur un circuit intégré se prêtant à de nombreuses applications dans le domaine des transports, notamment la protection des radiocommunications mobiles et des liaisons de transmission numérique contre les erreurs.

Contractant : Binary Communications Inc., Victoria (Colombie-Britannique)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : août 1989 – décembre 1990
Financement : 267 800 $
Numéros de projet : 7306, 7307, 7308, 7309
Numéro de dossier : 1465-514-2
Agent de projet : Wayne G. Rowan



Carte de codage-décodage.

Sûreté des SACT

Le développement des SACT et des systèmes assimilés se poursuit au Canada et leur mise en service à grande échelle ne saurait tarder. Celle-ci implique cependant la maîtrise préalable de la technologie tant des microprocesseurs que celle de la transmission de données vitales. Or, à travers le monde, les sociétés ferroviaires s'interrogent sur la fiabilité des équipements informatisés, souvent incompatibles avec la réglementation en vigueur, concernant les fonctions vitales ou à sécurité intrinsèque. La présente recherche s'est penchée sur la sécurité des systèmes conçus, réalisés, essayés et exploités pour la commande des trains. L'équipe de recherche, après avoir effectué un tour d'horizon documentaire dans ce domaine, a évalué dix systèmes SACT ou assimilés tant en Europe qu'en Amérique du Nord, dans le but de connaître les programmes adoptés par les sociétés ferroviaires et les instances réglementaires en vue d'en garantir la sécurité.

Les chercheurs n'ont trouvé aucune procédure visant spécifiquement la protection des systèmes pilotés par microprocesseurs et de leurs logiciels contre les défaillances, mais ils ont constaté que, dans la plupart des cas, les sociétés exploitantes mettaient en oeuvre un plan ou un programme conçu pour garantir la qualité fonctionnelle des logiciels et des microprocesseurs commandant soit la marche des véhicules, soit la signalisation, soit la transmission de données vitales, et que ce plan ou programme de sûreté touchait le système dans son ensemble, c'est-à-dire logiciels compris.

Deux des quatre phases prévues de ce projet sont maintenant achevées. La recherche complémentaire est en voie de redéfinition, à la lumière des besoins changeants de Transports Canada et de ses organismes.

Contractant : Tom Parkinson Transport Consulting Ltd., Vancouver (Colombie-Britannique)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : mars 1989 – juillet 1989
Financement : 15 000 $
Numéros de projet : 7251, 7252
Numéro de dossier : 1465-508
Agent de projet : Sesto Vespa

Radar embarqué pour la détection d'obstacles sur la voie

La présence d'obstacles, roches, terre, neige, sur une voie ferrée accroît les risques de déraillement, surtout dans les régions montagneuses de l'ouest du Canada. L'entretien et la réparation des installations de détection des éboulements coûtent cher, occasionnent des retards et exposent les équipes qui en sont chargées à de grands dangers.

Les installations de détection actuelles sont susceptibles d'être endommagées à chaque éboulement et peuvent déclencher des fausses alarmes. Un système de détection fiable ne faisant pas appel à des capteurs matériels devant être remplacés après chaque éboulement contribuerait pour beaucoup à l'efficacité et à la sécurité du réseau.

La recherche a porté sur la faisabilité d'un radar embarqué qui capte les signaux radiofréquences émis par un câble coaxial à onde de fuite. Fabriqué comme un câble coaxial ordinaire, ce dernier peut, par son conducteur extérieur, laisser passer une quantité connue d'énergie radioélectrique. Dans une installation de protection périphérique, un câble émetteur-récepteur est enfoui dans le sol tout autour de la zone à protéger. Un corps qui ferait irruption dans cette zone déformera le champ électrique, modifiant le signal normalement émis. Dans le cas d'une voie ferrée, le système serait adapté pour réagir à un changement soudain et permanent du signal, plutôt qu'à un changement graduel et momentané.

Les caractéristiques exigées d'un tel système de détection ont été déterminées lors d'entretiens avec le CN et à l'occasion d'un voyage dans les zones propices aux éboulements en Colombie-Britannique. Les chercheurs ont également étudié une série d'essais devant permettre de déterminer dans quelle mesure un radar embarqué pouvait répondre aux besoins définis. Lorsqu'il a été constaté, par la première série d'essais, que ce radar était efficace, deux configurations différentes ont été définies en vue d'essais plus poussés.

Les essais et analyses in situ se poursuivent; s'ils sont couronnés de succès, ils autoriseront la mise en place d'un système expérimental en vraie grandeur dans Fraser Canyon.

Contractant : Senstar Corporation, Carp (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : février 1989 - octobre 1991
Financement :

Senstar Corporation – en matériel	
CN Rail – en services	
CDT	343 578 $
Approvisionnements et Services Canada	107 354 $
Total	450 932 $

Numéros de projet : 7100, 7101
Numéro de dossier : 1465-524
Agent de projet : Wayne G. Rowan

Installation expérimentale pour l'essai du système radar près de Boston Bar (C.-B.), à remarquer les potences supportant les câbles de détection utilisés à l'heure actuelle.

Recherche sur l'infrastructure des voies ferrées

Les voies ferrées subissent des charges dynamiques qui, en raison des vitesses pratiquées, des défectuosités des roues et de la dispersion statistique des caractéristiques géométriques de la voie, sont bien supérieures aux charges statiques qui les sollicitent. Les roues défectueuses sont l'une des causes les plus marquantes des surcharges dynamiques et, donc, de la dégradation des voies et des éléments qui les composent. Les rails et les traverses, notamment celles en béton, se ressentent particulièrement de ces surcharges surtout que sous l'action du gel de la plate-forme en hiver et des contraintes de traction supérieures qui en résultent dans les rails, ceux-ci perdent de leur résilience, augmentant ainsi les risques de rupture.

Dans le but de déterminer l'effet des charges dynamiques sur les voies ferrées, les sociétés ferroviaires canadiennes ont eu recours à l'extensométrie par l'application de jauges en rosettes à de courtes parties des voies ferrées, de manière à pouvoir mesurer les efforts de cisaillement en jeu et, en même temps, identifier les roues défectueuses qui les provoquent. Les capteurs extensométriques ont été étalonnés par l'application de charges statiques augmentant selon une fonction monotone croissante et en utilisant des montages autocompensés. La courbe charge statique-déformation ainsi obtenue sert de courbe d'étalonnage pour la mesure des charges dynamiques exercées. Mais cette méthode d'étalonnage des capteurs a été critiquée tant sur le plan de la fidélité des mesures que sur l'aptitude à mesurer des charges dynamiques. De plus, les sociétés ferroviaires souhaitent pouvoir mesurer la tenue aux charges dynamiques des rails sur une plage étendue de températures.

Pour répondre à toutes ces questions, les chercheurs ont commencé par approfondir la question des charges dynamiques engendrées par le trafic ferroviaire et établir une limite supérieure aux charges admissibles, en fonction des caractéristiques de chacun des éléments de la voie. Des essais de résilience à basses températures sont effectués sur des éprouvettes de rails réformés de différents poids linéaires, prélevés sur certains tronçons du CN et du CP. Les essais sont menés dans le laboratoire basses températures de l'université Queen's. La recherche sur les techniques d'étalonnage des dispositifs de mesure couramment utilisés pourra aboutir au développement d'une méthode moins coûteuse, et à l'élaboration d'un logiciel pour l'interprétation des signaux émanant des capteurs extensométriques.

Contractant : Canadian Institute of Guided Ground Transport, Queen's University, Kingston (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : mai 1989 - mai 1992
Financement :

CDT	135 000 $	
CN	115 000 $	+ en services
CP	80 000 $	+ en services
Total	330 000 $	

Numéro de projet : 7255
Numéro de dossier : 1465-401-3
Agent de projet : Wayne G. Rowan

Montage d'essai au laboratoire de l'université Queen's.

Vision artificielle au laser pour l'auscultation des rails

L'objet de cette recherche a été de vérifier les possibilités de la caméra laser utilisée comme dispositif grande vitesse pour le contrôle du profil transversal et longitudinal des rails. On compte de plus en plus sur l'automatisation pour effectuer les opérations d'auscultation à grande vitesse des voies ferrées dans la mesure où des procédés sûrs et économiques pourront être mis au point. Les sociétés ferroviaires et les entreprises de sous-traitance en entretien des voies ferrées donnent leur préférence aux dispositifs d'inspection à liaison non matérielle parce qu'ils sont plus fiables que les dispositifs mécaniques (à contact matériel) qui nécessitent des interventions plus nombreuses. Mais, pour convenir à cet usage, la caméra doit posséder des qualités particulières : endurance dans des conditions d'exploitation sévères, résistance à des niveaux élevés de chocs et de vibrations, aptitude à fonctionner à des extrêmes de température et d'éclairage, la nuit et le jour.

Au cours d'une phase antérieure de ce projet, les chercheurs avaient éprouvé une caméra laser étudiée par Servo-Robot Inc. de Boucherville (Québec) en recréant en laboratoire des conditions simulant l'environnement ferroviaire. Modifiée, la caméra a été montée, aux fins des essais in situ, sous un wagon d'auscultation; puis le mesurage a été fait sur les mêmes cibles à des vitesses différentes. La variable mesurée a été la distance par rapport à la surface des rails, les relevés se faisant à intervalles de 1,5 pouce. Les données brutes ainsi recueillies ont été analysées à l'aide d'un logiciel permettant d'éliminer les signaux dont la longueur d'onde se trouvait de part et d'autre de la plage visée.

Les essais ont montré que la caméra laser fonctionne bien dans l'environnement ferroviaire, mais que d'autres essais seront nécessaires pour s'assurer qu'elle peut donner les mêmes bonnes performances de manière soutenue dans des conditions météorologiques extrêmes.

Contractant : Canadien Pacifique Limitée, Montréal (Québec)

Rapport : TP 10215E, Feasibility study of utilizing a synchronized laser scanner for rail inspection, CP Rail, 1990

Durée : mai 1988 - juin 1990

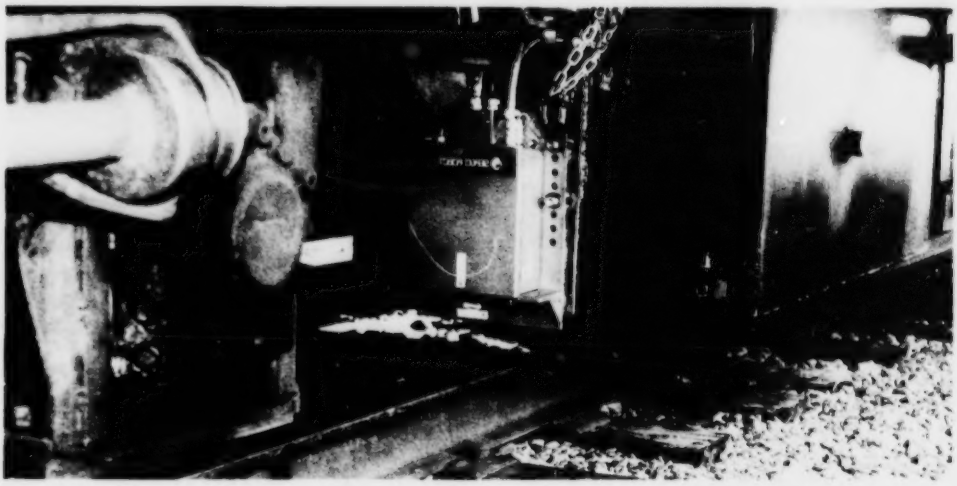
Financement :

Programme de R&D énergétiques	153 500 $
CP Rail	153 500 $
Total	307 000 $

Numéro de projet : 7020

Numéro de dossier : 1465-523

Agent de projet : Doug W. Dibble



Le dispositif de contrôle par vision artificielle au laser monté sur une voiture d'auscultation de CP Rail pour contrôler l'usure ondulatoire des rails.

Mesure des contraintes résiduelles dans les rails

Les sociétés ferroviaires désirent pouvoir contrôler de plus près les contraintes résiduelles que font naître dans les rails les opérations de fabrication, traitement thermique et dressage des rails, et qui s'ajoutent aux contraintes d'exploitation et de températures extrêmes.

La mesure des contraintes résiduelles dans les rails fait maintenant l'objet de deux études parallèles commanditées par le CDT.

Le contractant principal, Permatrack Systems Inc., et le CDT se sont entendus pour lancer une étude à frais partagés sur la possibilité de mesurer les contraintes résiduelles par voie électromagnéto-acoustique en exploitant les propriétés de biréfringence des ultrasons se propageant dans un acier.

Parallèlement, les laboratoires nucléaires de Chalk River d'Énergie atomique du Canada Ltée mènent une étude complémentaire financée par le CDT sur la mesure des contraintes résiduelles dans des éprouvettes de rails par diffraction des neutrons dont le but est de confirmer les résultats de l'étude menée par Permatrack et le CDT.

Contractant : Permatrack Systems Inc., Vancouver (Colombie-Britannique)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : mars 1989 – août 1991
Financement :

CDT	43 000 $
Permatrack Systems Inc.	14 000 $
Total	57 000 $

Numéro de projet : 7242
Numéro de dossier : 1465-553
Agent de projet : Neil R. Gore

Contractant : Laboratoires nucléaires de Chalk River d'Énergie atomique du Canada Ltée, Chalk River (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : novembre 1989 – septembre 1990
Financement : 38 725 $
Numéro de projet : 7428
Numéro de dossier : 1465-57
Agent de projet : Neil R. Gore

Économiseur de carburant pour locomotives

Cette recherche a débouché sur un économiseur de carburant qui arrête le moteur d'une locomotive et le relance automatiquement; elle a également permis de quantifier les économies réalisées et d'établir la fiche technique de l'appareil à l'intention de ceux qui voudraient se lancer dans sa fabrication et sa commercialisation. Les travaux de mise au point et les tests au banc d'essai d'un dispositif étudié et fabriqué par Dynamic Sciences Limited à partir du concept défini par la Quebec North Shore & Labrador Railway ont été suivis d'essais en laboratoire et in situ effectués sur le prototype et sur des appareils de préserie. La recherche a porté également sur l'électronique de commande à semi-conducteurs.

Ce dispositif économise le carburant en arrêtant le moteur automatiquement, au lieu de le laisser tourner au ralenti durant les périodes d'arrêt. Il relance le moteur dès que sa température tombe à 38 °C et il l'arrête de nouveau lorsqu'elle atteint 55 °C. L'économiseur comporte une unité de commande principale, un poste d'affichage et de contrôle, une unité de commande des locomotives d'appoint, des capteurs et des actionneurs, le tout piloté par un microprocesseur relié à l'interface par un câble à fibres optiques. Ce dernier a l'avantage d'être insensible aux parasites électriques qui agissent d'habitude sur les câbles classiques.

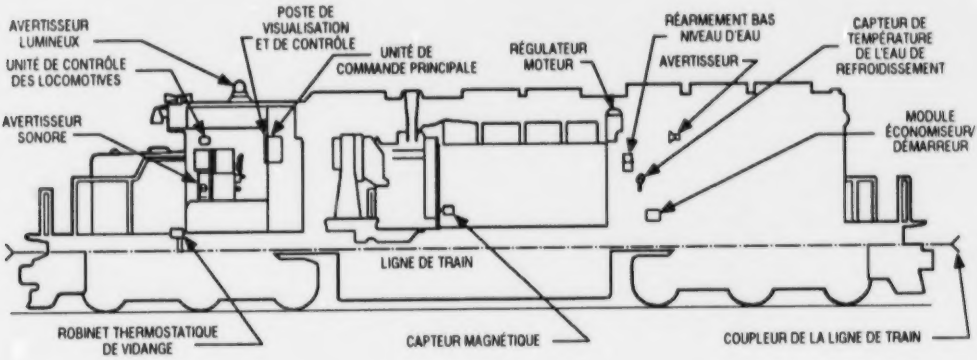
Les économies ainsi réalisées sont importantes, selon la durée du mode automatique et la température ambiante. Elles peuvent atteindre, sans exagération aucune, les 8 000 $ par an et par locomotive, compte tenu d'un prix de 0,26 $ le litre de mazout.

Le potentiel commercial de cet économiseur est conditionné non seulement par le prix du carburant, mais aussi par l'adoption d'une directive environnementaliste qui irait dans le sens d'un arrêt forcé des moteurs. Dans ce cas, l'utilité d'un économiseur devient évidente par temps froid, surtout en cas d'arrêt prolongé des moteurs.

Contractant : Dynamic Sciences Ltd., Saint-Laurent (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : décembre 1984 - juin 1990
Financement :

Approvisionnements et Services Canada	126 373 $
CDT (Programme élargi de transport ferroviaire de marchandises)	115 034 $
Programme de R&D énergétiques	100 000 $
Total	341 407 $

Numéros de projet : 6314, 6315, 6316
Numéro de dossier : 1465-448-1
Agent de projet : Doug W. Dibble



Unité de contrôle des locomotives.

Wagon charbonnier en aluminium à tare réduite

Le but de cette recherche est de déterminer dans quelle mesure les wagons charbonniers en aluminium pourraient relever la productivité du transport du charbon par chemins de fer.

Les wagons utilisés actuellement pour le transport du charbon sont en acier, dont le plus léger, le wagon tombereau de CP Rail, pèse 53 000 lb à vide. Dans le cas du wagon en aluminium considéré, on vise une tare entre 43 000 et 44 000 lb, l'allégement de 9 à 10 000 lb pouvant être comblé par du charbon.

Les premières tentatives au Canada pour mettre en service des wagons charbonniers en aluminium n'ont pas eu beaucoup de succès. Mais il est fort possible que la recherche soit maintenant relancée par une meilleure connaissance du phénomène de fatigue qui s'était manifesté et par un nouveau procédé d'extrusion-transfert mis au point par Alcan.

Le modèle présentement à l'étude a été examiné par le comité formé de représentants de CP Rail, d'Alcan, de la National Steel Car et du CDT. Il a été décidé de fabriquer un wagon et de le mettre en service pendant deux ans dans un train-bloc charbonnier. Grâce au wagon en aluminium, le charbon canadien pourrait devenir plus compétitif sur les marchés mondiaux, en raison de l'abaissement du prix de son transport.

Contractant : Alcan International Ltée, Montréal (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : mars 1990 – septembre 1992
Financement :
Programme de R&D énergétiques 169 983 $
Numéro de projet : 7291
Numéro de dossier : 1465-551
Agents de projet :
Doug W. Dibble, William S.C. McLaren

Wagon charbonnier en aluminium.

Modèle de calcul des plates-formes ferroviaires

Lancée en 1984, cette recherche entre dans le cadre de l'entente de recherche associative à long terme entre les universités, les sociétés de consultation, les sociétés ferroviaires et le gouvernement fédéral. La troisième phase de ce programme a eu pour but d'étendre la capacité du modèle informatique GEOTRACK à l'analyse de la stabilité des plates-formes ferroviaires.

Au départ, les chercheurs avaient pensé modifier le programme GEOTRACK de manière à pouvoir prendre en compte le facteur de déclivité des talus, mais une étude paramétrique a montré que ce facteur avait peu d'influence sur la distribution des contraintes verticales, horizontales et de cisaillement sollicitant la plate-forme ferroviaire. D'où la décision d'infléchir la recherche vers l'étude approfondie de l'influence de la déclivité des talus sur la portance des sols supports. Des analyses sur la stabilité des talus de remblais ayant des pressions d'eau interstitielle négatives ont étayé la présente recherche. En ce qui concerne la portance des sols, trois observations ont été faites :

- la portance diminue lorsque la déclivité est forte, surtout dans le cas d'un sol à cohésion faible;
- la portance diminue avec la hauteur du talus, surtout dans le cas d'un sol à cohésion forte;
- la portance s'affranchit de la hauteur du talus d'autant plus que l'on s'éloigne de ce dernier.

La recherche a conforté les connaissances sur la portance des sols supports sollicités et a montré l'utilité de tirer parti de l'effet de succion capillaire d'un sol dans le but d'accroître sa portance. Les logiciels et les courbes de calcul développés pourront servir aux ingénieurs ferroviaires dans leur étude de nouvelles plates-formes ou dans la réfection des plates-formes existantes.

Contractant : Department of Civil Engineering, University of Saskatchewan, Saskatoon (Saskatchewan)

Rapports :

TP 10217E, Subgrade design model extension, Department of Civil Engineering, University of Saskatchewan, 1990

TP 9523E, Geotrack and geoplot, stress, bearing, and compare (subgrade stress analysis and bearing capacity) : manuel de l'utilisateur, 2e édition, Department of Civil Engineering, University of Saskatchewan, 1990

Durée : avril 1989 - juin 1990

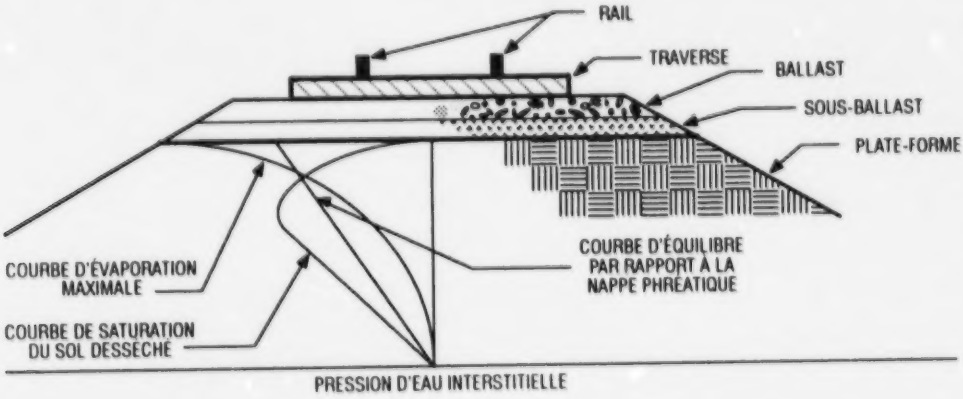
Financement :

CDT	27 600 $
CP Rail	27 600 $
Total	55 200 $

Numéro de projet : 7271

Numéro de dossier : 1465-438-4

Agent de projet : Wayne G. Rowan



Courbes types de pressions d'eau interstitielle.

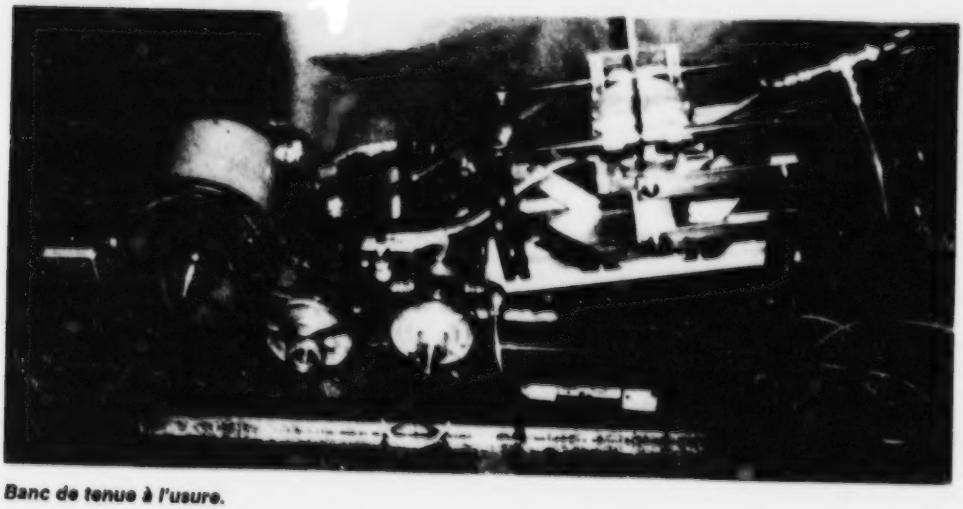
Chemisage des cylindres des moteurs diesels

À l'heure actuelle, le chromage des chemises garnissant les cylindres des moteurs de locomotives diesels se fait à raison de plusieurs milliers d'exemplaires par an. Or, il s'agit d'un procédé lent qui met en oeuvre plusieurs produits chimiques dangereux pour l'environnement et qui est tributaire de la conjoncture politique mondiale sur le plan des approvisionnements. De plus, le chromage ne peut se faire que si l'usure des chemises se situe dans les limites admissibles. On est donc à la recherche d'un procédé qui permette de remettre en état une plus grande quantité de chemises usées, d'en prolonger la vie utile et de réduire les risques de pollution inhérents au procédé de chromage.

La recherche s'est intéressée au procédé de projection à chaud qui promet d'être plus rapide, plus efficace et moins coûteux dans le cas des moteurs diesels semi-rapides.

Des éprouvettes revêtues par ce procédé ont été sélectionnées, caractérisées et soumises à des essais physiques, tandis qu'un banc de tenue à l'usure a été construit. Si les résultats de la recherche sont positifs, ils bénéficieront tant aux sociétés ferroviaires qu'aux entreprises concernées.

Contractant : Department of Mechanical Engineering, University of Manitoba, Winnipeg (Manitoba)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : septembre 1989 - mars 1991
Financement : 39 702 $
Numéro de projet : 7319
Numéro de dossier : 1465-561
Agent de projet : Roy S. Nishizaki



Banc de tenue à l'usure.

Bogie mécano-soudé pour trains rapides

Ce projet de recherche de quatre ans prévoit la conception, la réalisation et l'essai d'un bogie mécano-soudé pour voitures ferroviaires assurant des liaisons urbaines et interurbaines dans un contexte nord-américain. Financé au titre de l'Entente Canada-Québec sur le développement économique et régional (EDER), ce projet vise à renforcer le secteur de la fabrication d'équipements de transport au Québec par la R&D menant à la création de nouveaux produits et à leur commercialisation.

Les études conceptuelles et techniques ont débouché sur un bâti qui, soumis à des essais statiques et de fatigue, a été déclaré satisfaisant. Deux prototypes de bogie ont été fabriqués, instrumentés et essayés en service avec succès. Leur mise en service payant a montré la qualité de leurs performances et de leur maintenabilité.

Contractant : Bombardier Inc., Montréal (Québec)

Rapport : TP 8886F, Bogie mécano-soudé destiné au transport interurbain, Bombardier Inc., 1988

Durée : novembre 1986 – mars 1991

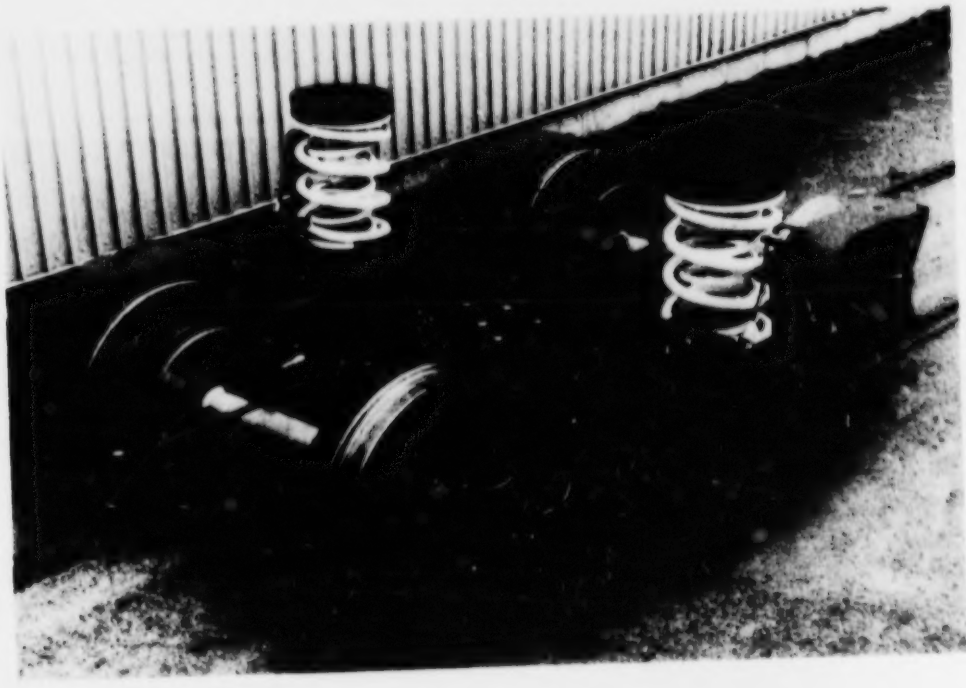
Financement :

Bombardier Inc.	1 430 000 $
Ministère des Transports du Québec	1 035 000 $
Transports Canada	1 035 000 $
Total	3 500 000 $

Numéro de projet : 6775

Numéro de dossier : 1465-497

Agent de projet : C. Alfred Versailles



Prototype de bogie présérie.

Caisse de voiture métro grand gabarit

Financée au titre de l'Entente Canada-Québec de développement économique et régional, cette recherche vise à mettre au point une caisse standard de voiture métro répondant aux besoins des diverses entreprises de transports en commun d'Amérique du Nord et d'ailleurs. Le but est de permettre au fabricant, Bombardier Inc., de répondre rapidement aux appels d'offres, peu importe l'écartement des rails du réseau concerné et la configuration de bogies imposée.

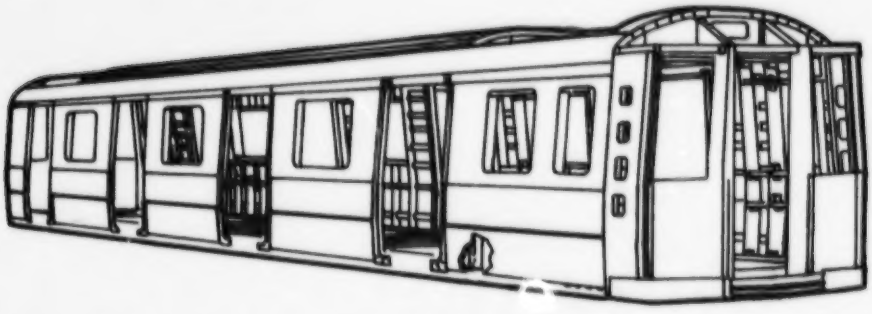
Les études conceptuelles ont mené à la construction d'une caisse en acier inoxydable – pour laquelle il a fallu réaliser des bancs de montage modulaires – qui a ensuite été complètement instrumentée. Autre innovation d'importance, le soudage par points du pavillon a été réalisé par des robots, réduisant ainsi les coûts de main-d'œuvre et débouchant sur des économies susceptibles de rendre le produit encore plus compétitif sur les marchés mondiaux.

Les résultats des essais sont en voie d'être colligés et analysés.

Contractant : Bombardier Inc., Montréal (Québec)
Rapport : TP 9056F, Caisse de métro de type grand gabarit, Bombardier Inc., 1988
Durée : janvier 1987 - septembre 1990
Financement :

Bombardier Inc.	1 222 000 $
Transports Canada	889 000 $
Ministère des Transports du Québec	889 000 $
Total	3 000 000 $

Numéro de projet : 6854
Numéro de dossier : 1465-505
Agent de projet : C. Alfred Versailles



Caisse métro grand gabarit.

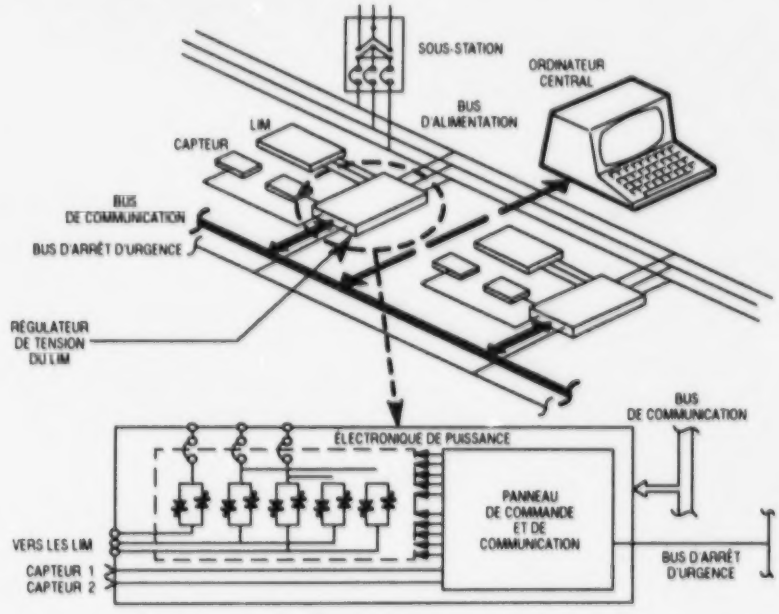
Moteur linéaire à induction : électronique de commande

Le CDT appuie depuis de nombreuses années la recherche sur le moteur linéaire à induction (LIM). La présente recherche vise à mettre au point une électronique de commande permettant d'optimiser le LIM dans des conditions d'exploitation variées. Ce moteur doit pouvoir répondre aux deux impératifs de performance et d'économie d'exploitation afin de demeurer compétitif face aux autres technologies de propulsion électrique. S'il est un secteur où d'importantes améliorations sont possibles, c'est bien celui de l'électronique de commande.

Les variables conditionnant les performances sont plus nombreuses dans le cas d'un LIM que d'un moteur tournant. L'électronique de commande devra donc pouvoir non seulement s'y adapter, mais aussi régler le moteur à son point de fonctionnement optimal. La technologie actuelle étant du type analogique, elle est limitée dans son adaptabilité aux conditions changeantes, alors que la nouvelle technologie des semi-conducteurs permet de réaliser des commandes caractérisées par une plus grande « intelligence », où les fonctions jusqu'ici pilotées par des logiques câblées ou des signaux analogiques pourront l'être par des logiques programmées. Le contractant a entrepris de développer un système intégré de commande et de communication qui servira de départ à une électronique de commande avancée pour moteurs LIM. Ainsi, en réduisant le nombre de variables non contrôlées en jeu, la recherche pourra déboucher sur des concepts nouveaux plus simples où la fourchette d'incertitudes dans les calculs aura été réduite.

En insistant autant sur une commande électronique haut rendement pour moteurs LIM à inducteurs de grande puissance montés sur le véhicule, les chercheurs ouvrent de très intéressantes perspectives d'avenir pour les LIM, ainsi que pour la recherche sur la commande de moteurs LIM à voie active électrique au sol.

Contractant : UTDC Inc., Kingston (Ontario)
Rapport : *(recherche antérieure)* TP 9308E, Linear induction motors and their control systems, UTDC Inc., 1988
Durée : juillet 1989 – juillet 1991
Financement : 356 485 $
Numéro de projet : 7292
Numéro de dossier : 1465-427-5
Agent de projet : C. Alfred Versailles



Configuration d'un système LIM passif. Les capteurs sont placés de part et d'autre du LIM de manière à détecter l'approche d'un train d'un côté comme de l'autre.

ACCESSIBILITÉ DES TRANSPORTS

ACCESSIBILITÉ DES TRANSPORTS

Transports Canada appuie les travaux de R&D visant à rendre tous les modes de transport plus accessibles à l'ensemble des Canadiens, en particulier aux personnes âgées et aux handicapés. L'action du CDT dans ce domaine reflète les priorités fixées par le Comité de gestion du programme de transport des handicapés (PTPH) de Transports Canada, lequel à son tour donne suite aux recommandations du Comité consultatif sur l'accessibilité des transports où sont représentés les associations de consommateurs ainsi que les milieux industriels concernés.

Accessibilité des moyens de transport

Le CDT appuie financièrement la mise au point de systèmes, d'équipements et de méthodes visant à faciliter les déplacements, du début à la fin, y compris à l'intérieur des installations terminales et durant les correspondances, et à améliorer le sort des voyageurs souffrant d'un handicap visuel, auditif, moteur ou d'élocution.

L'autocar est devenu le mode de transport interurbain le moins cher de tous pour la plupart des Canadiens. La R&D que le CDT a menée dans le domaine des autocars a permis d'importantes avancées technologiques, notamment celle de l'élévateur intégré. Un autocar allongé (45 pieds) qui pourrait bien devenir le standard par excellence de l'accessibilité, sert maintenant de banc d'essai au profit d'acheteurs intéressés. En plus d'être équipé d'un élévateur commandé de l'intérieur ou de l'extérieur, il dispose d'une toilette aménagée avec beaucoup d'ingéniosité. Des autocars équipés de l'élévateur ont été mis en service expérimental complètement adapté dans le corridor Hamilton-Niagara.

Devant la demande accrue en transports urbains adaptés, le CDT contribue financièrement à la recherche visant à adapter les taxis au transport des personnes âgées et des handicapés et à sensibiliser les conducteurs aux besoins particuliers de cette catégorie de citoyens.

Depuis la décision de déréglementer les transports, l'organisation des sociétés aériennes a subi de profondes mutations, et la question de l'accessibilité des court-courriers s'en est ressentie. La réponse du CDT a été de concentrer son action sur les dispositifs d'embarquement dans le cas des petits aéroports non équipés d'une passerelle reliant l'aérogare à l'avion, sur le rangement des aides à la mobilité dans la cabine des long-courriers et sur une plus grande accessibilité des aérogares.

Par ailleurs, le CDT collabore avec le Groupe Marine de Transports Canada à l'analyse des recommandations formulées à l'issue d'une récente recherche sur l'accessibilité des traversiers, et sur les dispositifs d'embarquement et de transfert appropriés qu'il faudra étudier, évaluer et mettre en service expérimental à bord des traversiers canadiens.

Sécurité

Un aspect préoccupant de la sécurité des voyageurs à mobilité réduite, est celui de l'absence de normes nationales concernant les fauteuils roulants, les véhicules de transport et les aides à la mobilité. Le CDT appuie financièrement les travaux de R&D sur la définition d'un fauteuil roulant pliable, la mise à jour de la norme CAN3-D409 de l'ACNOR sur les véhicules automobiles pour le transport des personnes handicapées et la normalisation des dispositifs d'ancrage et de retenue.

Conduire une automobile est un pas de géant vers l'autonomie pour les personnes atteintes de lésions cérébrales, mais la sécurité routière doit demeurer prioritaire. Le simulateur de conduite automobile étudié grâce aux fonds fournis par le CDT constitue un moyen peu coûteux et fiable permettant d'évaluer l'aptitude de ces personnes à reprendre le volant et de voir

à leur réadaptation. Il se prête également à diverses autres applications dans les domaines de la recherche et de la mesure des performances.

Communication et orientation

Les Canadiens qui souffrent d'une incapacité ne forment pas un tout homogène. Une base de données exhaustive est en voie d'élaboration, grâce à laquelle il sera possible de mieux cerner leurs besoins en transport et de les mieux planifier.

Alors que la plupart des recherches du CDT concernent les handicapés physiques, on sait que plus de 40 p. 100 des personnes handicapées souffrent d'un handicap visuel, auditif ou de l'élocution. Les solutions aux problèmes de transport de ce segment de la population résident moins dans la création de nouveaux programmes de R&D que dans la mise en oeuvre des techniques déjà établies. En effet, il existe déjà des systèmes d'aide à la communication et à l'orientation à bord des véhicules de transport et dans les stations terminales, et des moyens d'organiser les déplacements des personnes à mobilité réduite.

Le CDT appuie financièrement la recherche sur un système de communication et d'information destiné aux personnes souffrant d'un handicap sensoriel et qui utilisent le métro. Il parraine également la mise en service expérimental du système HandyLine, un dispositif automatisé de renseignements téléphonés, qui permet d'inscrire une demande de transport adapté, ou de la confirmer, automatiquement.

Quant aux handicapés cognitifs, le CDT espère pouvoir cerner de plus près leurs problèmes de transport qui restent cependant difficiles à caractériser. Il entend faire appel à la micro-électronique et à l'informatique pour lever les barrières gênant la communication et l'orientation, et étudier les moyens de former et de sensibiliser les usagers éventuels, ainsi que le personnel des services de transport.

Plate-forme élévatrice embarquée.

Des portes coulissantes séparent l'arrière de l'autocar d'une vaste toilette/vestibule.

Le lavabo coulisse pour permettre à une personne en position assise de l'utiliser.

Autocar allongé accessible aux handicapés

Le premier autocar allongé complètement adapté de 45 pieds de long a été réalisé par la Motor Coach Industries avec le concours financier du CDT. Ses aménagements intérieurs, en plus d'être luxueux, sont parfaitement adaptés aux besoins des personnes âgées et des handicapés. La toilette accessible et la plate-forme élévatrice qui l'équipent n'ont pas compromis la rentabilité de l'autocar, en raison du format allongé de cinq pieds.

La plate-forme élévatrice hydraulique est commandée par le conducteur, soit de l'intérieur, soit de l'extérieur, en plus de pouvoir l'être manuellement, en cas de panne. D'une capacité de 800 lb, la plate-forme peut soulever des fauteuils roulants motorisés ou non. Pour plus de sécurité, elle comporte des barres d'appui escamotables et une surface antidérapante, et le battant qui la surmonte protège contre les intempéries.

À l'arrière de l'autocar, des portières coulissantes manoeuvrées par boutons-poussoirs s'ouvrent sur une toilette conçue exprès pour des passagers souffrant d'incapacités diverses allant de la mobilité réduite à la vue basse. De l'espace y a été prévu pour permettre à un fauteuil roulant de type classique de faire un tour complet sur lui-même. La cuvette pivote de 90 degrés de manière à pouvoir être abordée d'un côté ou de l'autre, tandis que le lavabo, lui, coulisse pour permettre à une personne en position assise de l'utiliser. Le robinet s'ouvre automatiquement, grâce à un dispositif à infrarouge, lorsque les mains sont placées au-dessous. Enfin, un éclairage bien étudié, un miroir incliné vers l'intérieur et des interrupteurs ou poussoirs de grande dimension complètent l'aménagement adapté.

Certains des 47 sièges dont ce prototype d'autocar est équipé en version adaptée, se rabattent et s'escamotent, livrant un espace aménagé pour recevoir un fauteuil roulant et l'immobiliser. Si on opte pour une toilette non accessible, l'autocar peut transporter jusqu'à 59 passagers.

L'autocar est en tournée de démonstration auprès des autorités provinciales concernées, des futurs exploitants et des associations de handicapés du Canada.

Contractant : Motor Coach Industries, Winnipeg (Manitoba)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : octobre 1987 - septembre 1990
Financement :

Motor Coach Industries	environ 2 000 000 $
Approvisionnements et Services Canada	473 633 $
Programme de R&D énergétiques	240 000 $
PTPH	145 500 $
CDT	100 867 $
Total	2 960 000 $

Numéro de projet : 6978
Numéro de dossier : 1465-472-3
Agent de projet : Brian Marshall

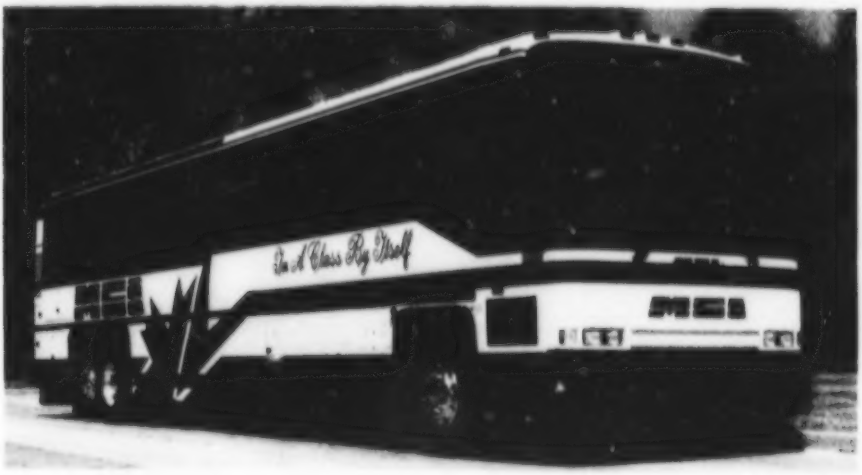


Plate-forme élévatrice intégrée.

Inauguration du premier autocar complètement adapté

La Canada Coach Lines a mis en service sur la liaison Niagara Falls, St. Catharines, Hamilton, Cambridge et Kitchener-Waterloo un autocar complètement adapté, dans le cadre d'un programme de démonstration de trois ans lancé avec l'aval de l'Association canadienne de l'autobus. Ce programme a pour objet de documenter le potentiel et la viabilité économiques d'un tel service dans les corridors interurbains du Canada. Sept départs sont prévus par jour dans chaque direction, reliant les cinq villes mentionnées et établissant des correspondances avec les services de transports adaptés. Un numéro de téléphone sans frais permet de se renseigner sur les horaires, faire des réservations et même planifier un itinéraire. Construits par la Motor Coach Industries de Winnipeg, ces autocars sont équipés d'une plate-forme élévatrice intégrée, de points d'ancrage pour fauteuil roulant et d'aides pour communiquer avec les personnes souffrant d'un handicap sensoriel.

La Canada Coach Lines a pu faire l'acquisition de six de ces autocars adaptés grâce à des fonds consentis par Transports Canada. En contrepartie, elle prend à sa charge les coûts directs d'exploitation et la compilation des données administratives et financières tout au long de la campagne, qu'elle devra remettre à Delcan Corporation, mandatée par le CDT pour assurer la coordination, la surveillance, l'analyse et l'évaluation de ce service.

Contractants : Canada Coach Lines, Hamilton (Ontario) et Delcan Corporation, North York (Ontario)

Rapport : aucun à ce jour

Durée : avril 1988 – mars 1993

Financement :

PTPH (Canada Coach Lines)	1 185 000 $
PTPH (Delcan Corporation)	261 973 $
Total	1 446 973 $

Numéros de projet : 7064, 7119, 7382

Numéro de dossier : 1465-525

Agent de projet : Brian Marshall

Taxi GSM.

Mise au point d'un taxi accessible

Le CDT appuie financièrement plusieurs recherches sur l'accessibilité des taxis aux personnes à mobilité réduite. Ces recherches ont mis en évidence la forte demande pour un tel service et montré comment les sociétés de taxis existantes pourraient le prendre en charge.

À Ottawa, une société de taxis poursuit la démonstration de quatre véhicules accessibles, des mini-fourgonnettes équipées de rampes et aménagées pour recevoir des passagers en fauteuil roulant, en plus des autres passagers. Les résultats montrent que les véhicules ainsi adaptés ne répondent pas aux exigences particulières d'un service de taxi, que la sélection et la formation des conducteurs sont des conditions indispensables, et que ce service particulier devrait être subventionné, faute de quoi il ne pourra pas survivre.

Les résultats ont montré surtout la nécessité d'un taxi conçu exprès à cet usage, comme celui qui a été étudié et réalisé par la firme GSM Design, et que les sociétés de taxis ont trouvé intéressant du point de vue du prix d'achat et de la facilité d'exploitation. Ce taxi sera l'un des six mis en service expérimental dans plusieurs villes du Québec.

Par ailleurs, le CDT collaborera avec le ministère des Transports du Québec à l'élaboration d'une pochette d'information destinée à sensibiliser les conducteurs de ces taxis aux besoins particuliers des personnes à mobilité réduite.

Contractant : Ministère des Transports de l'Ontario, Downsview (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : avril 1989 - mai 1991
Financement :

PTPH	207 000 $
Ministère des Transports de l'Ontario	133 000 $
Total	340 000 $

Numéro de projet : 7304
Numéro de dossier : 1450-103-87
Agent de projet : Trevor N. Smith

Contractant : GSM Design Inc., Saint-Laurent (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : janvier 1990 - décembre 1990
Financement :

GSM	120 000 $	en services
PTPH	115 000 $	
CDT	63 000 $	
Total	298 000 $	

Numéros de projet : 7367, 7368
Numéro de dossier : 1450-103-101
Agent de projet : Trevor N. Smith

Deux modèles de taxis adaptés en service expérimental à Ottawa.

Embarquement des passagers en fauteuil roulant dans les petits aéroports

Alors que les grands aéroports relevant de Transports Canada sont devenus accessibles aux personnes souffrant d'un handicap physique, les passagers en fauteuil roulant ont encore de la difficulté à monter à bord des avions dans les petits aéroports non équipés d'une passerelle reliant l'aérogare à l'avion. Depuis que les personnes à mobilité réduite commencent à voyager en nombre croissant, le besoin d'un moyen d'embarquement destiné aux passagers en fauteuil roulant se fait sentir de manière pressante.

Une recherche faite antérieurement par le CDT avait montré que, à défaut d'une passerelle, le moyen le plus prometteur et susceptible d'être agréé est une cabine sur palette levée par un chariot élévateur.

À l'issue d'essais préliminaires, le prototype d'une cabine sur palette, modifié pour convenir aux exigences des sociétés aériennes, subit en ce moment les premiers essais en service expérimental à l'aéroport de Fredericton; d'autres démonstrations sont par ailleurs prévues.

Contractant : W. R. Davis Engineering Ltd., Ottawa (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : novembre 1989 – octobre 1990
Financement : PTPH 109 689 $
Numéro de projet : 7014
Numéro de dossier : 1450-103-37-3
Agent de projet : Roy S. Nishizaki

Palette d'embarquement en cabine.

Accessibilité des petits avions

Devant la multiplication des sociétés de transport de 3e niveau au Canada, la question de l'accessibilité des petits avions (60 sièges ou moins) aux passagers en fauteuil roulant devient de plus en plus pressante. La présente recherche, après avoir examiné les méthodes et les pratiques d'embarquement couramment utilisées, a débouché sur plusieurs concepts de systèmes d'embarquement apportant des solutions à l'exiguïté et à la configuration particulière des six court-courriers les plus répandus au Canada.

Le concept de l'escalier intégrant une plate-forme élévatrice a été jugé le plus prometteur. Cette dernière sert à l'embarquement du passager en fauteuil roulant, tandis que les autres passagers empruntent l'escalier. En plus d'être d'un emploi aisé et de ne nécessiter que peu de modifications, ce dispositif ne pose aucun obstacle à l'accès des autres passagers. Un détail cependant reste à régler : celui du fauteuil de transfert adapté au couloir de faible largeur à l'intérieur de ces court-courriers.

Le service politique nationale de l'air de Transports Canada s'inspirera des résultats de cette recherche pour élaborer des normes d'accessibilité applicables aux court-courriers.

De plus, le CDT apportera son concours aux travaux de la Federal Aviation Administration des États-Unis sur les dispositifs d'embarquement et sur le fauteuil de transfert intéressant les court-courriers.

Le CDT a parallèlement évalué le prototype d'une plate-forme élévatrice intégrée, étudiée à titre privé par la Mid-Canada Equipment Sales de Winnipeg, dans le but d'en déterminer les caractéristiques mécaniques et ergonomiques. Ce prototype, mis au point à la lumière de cette évaluation, a été mis en service expérimental auprès de plusieurs transporteurs aériens. Carter Aero de Minneapolis au Minnesota envisage la fabrication en série de cette plate-forme à Winnipeg.

Contractant : James F. Hickling Management Consultants Ltd., Ottawa (Ontario)
Rapport : TP 9566E, Accessibility of small aircraft to disabled travellers : preliminary design study, James F. Hickling Management Consultants Ltd., 1988
Durée : novembre 1987 - mai 1989
Financement : PTPH 46 000 $
Numéro de projet : 6967
Numéro de dossier : 1450-103-83
Agent de projet : Barbara A. Smith

Plate-forme élévatrice intégrée de présérie.

Accessibilité des traversiers

Le but de cette recherche était d'évaluer l'accessibilité de deux traversiers, le *Prince Nova* et le *Prince Edward*, subventionnés par le gouvernement fédéral, et des gares maritimes qu'ils desservent : Caribou en Nouvelle-Écosse et Wood Islands à l'Île-du-Prince-Édouard.

L'objectif premier fixé à la recherche était d'étudier des appareils élévateurs pour l'embarquement des personnes âgées ou à mobilité réduite, et pour leur déplacement entre les ponts.

Trois concepts ont été élaborés : un ascenseur et une plate-forme élévatrice embarquée pour fauteuil roulant, un ascenseur de quai et une rampe de quai. Ils ont ensuite été évalués en fonction de facteurs tels que coût, facilité de construction et d'exploitation, sécurité, et commodité pour les usagers.

C'est le premier de ces concepts qui a été retenu, parce que plus prometteur. La plate-forme élévatrice transporterait la personne en fauteuil roulant du pont inférieur jusqu'au pont intermédiaire, d'où elle pourrait passer au pont supérieur grâce à un ascenseur soit électrique à câbles, soit hydraulique. Il ne serait pas nécessaire d'affecter des préposés à ce service, la fréquence d'utilisation ne le justifiant pas.

La réalisation de ce système, incluant l'étude détaillée, la fabrication, l'installation et l'évaluation du système est prévue dans les prochaines phases du projet.

Contractant : W. R. Davis Engineering Ltd., Ottawa (Ontario)
Rapport : TP 10376E, Development of a level change system for federally subsidized vessels. Phase I – problem definitions/concept development, W. R. Davis Engineering Ltd., 1990
Durée : mars 1989 - mai 1990
Financement : PTPH 48 217 $
Numéro de projet : 7158
Numéro de dossier : 1450-103-96
Agent de projet : Barbara A. Smith

***Le traversier* Prince Edward.**

Prototype de simulateur de conduite automobile

La recherche a pour but de poursuivre davantage le développement et l'évaluation du prototype de simulateur de conduite automobile, étudié par l'Université Concordia avec le concours financier du CDT. Le simulateur vise à répondre au besoin d'un moyen économique et efficace pour réaliser l'évaluation et la réadaptation des conducteurs ayant subi des lésions cérébrales.

Ce simulateur de type interactif est équipé de manière à permettre d'apprécier l'aptitude de ces personnes, des personnes âgées ou de celles qui souffrent de problèmes cognitifs à reprendre le volant ou à entreprendre le volet routier du cours de conduite. Les lois de la cinématique étant décrites dans la mémoire du système qui fait appel à des techniques micro-informatiques relativement peu coûteuses, un poste infographique IRIS permet de matérialiser l'information et de l'afficher en temps réel sous forme d'images représentant avec beaucoup de réalisme des scènes de conduite, accompagnées d'effets visuels, tactiles et auditifs convaincants. Le simulateur fait appel à la magnéto-encéphalographie (MEG), à l'électro-encéphalographie (EEG), ainsi qu'à un modèle de représentation du processus de traitement de l'information par le cerveau humain, grâce à des techniques mises au point par Applied Brain Behaviour Systems de Vancouver. Les chercheurs peuvent, grâce à l'information fournie par un laboratoire de magnéto-encéphalographie, déterminer avec précision l'endroit où placer les électrodes, afin de pouvoir développer des procédures d'évaluation du potentiel d'un sujet et par la suite de procéder à l'évaluation proprement dite de ce dernier placé aux commandes du simulateur.

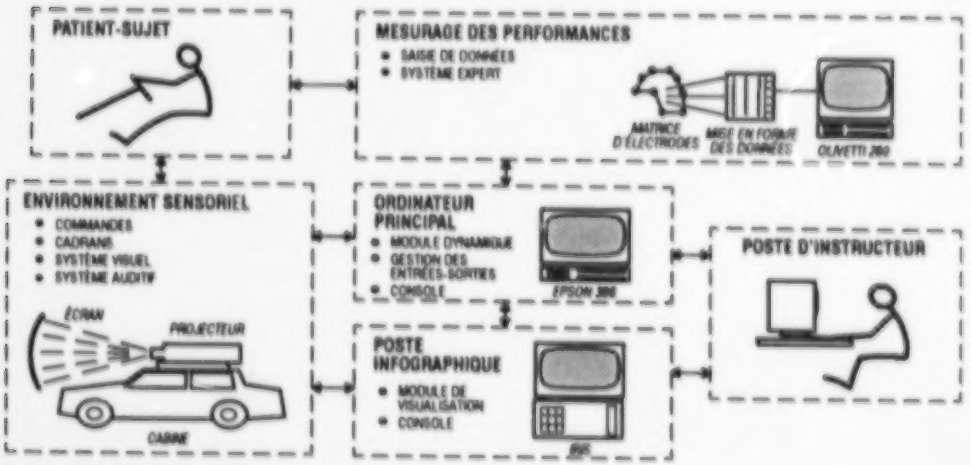
Les trois phases prévues de cette recherche visent l'obtention de visuels arrière et périphériques, l'élaboration de protocoles et la conduite d'évaluations dans les centres de réadaptation.

Le simulateur se prête à diverses autres applications dans des domaines variés pouvant intéresser Transports Canada, tels que la sélection et la formation de pilotes ou de contrôleurs de la circulation aérienne, sans oublier l'intérêt commercial de versions dûment adaptées de ce simulateur pour la formation des conducteurs de véhicules automobiles ou la recherche sur l'abus de substances psychotropes.

Contractant : Département de génie mécanique, Université Concordia, Montréal (Québec)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : janvier 1990 - décembre 1992
Financement :

PTPH	330 000 $
CDT	310 851 $
Total	640 851 $

Numéros de projet : 7387, 7388
Numéro de dossier : 1450-103-77-2
Agent de projet : Ruth M. Heron



Configuration du simulateur de conduite automobile.

Normes concernant les fauteuils roulants transportables

L'effort consenti par le CDT dans ce domaine vise l'élaboration de normes concernant tous les éléments assurant la protection des personnes en fauteuil roulant. Parmi les travaux faits antérieurement, il y a eu les études concernant les dispositifs d'ancrage à l'intérieur des fourgonnettes et des minibus, l'évaluation ergonomique des normes modifiées et l'étude sur le rangement des fauteuils roulants dans la cabine des avions.

Avec la collaboration de l'Ontario, de la Colombie-Britannique, de l'Alberta et du Québec, l'Association canadienne de normalisation (ACNOR) tourne maintenant son attention vers les dispositifs d'ancrage du fauteuil roulant et d'immobilisation du passager, les fauteuils roulants transportables, ainsi que la mise à jour des normes en vigueur concernant les véhicules publics pour le transport des handicapés. Les essais dynamiques des aides à la mobilité sont au programme, exemple, les scooters à trois roues dont il est prévu de contrôler rigoureusement le comportement en marche et dans les virages.

La participation de l'Association canadienne du transport urbain fera que la voix du secteur des transports en commun sera entendue, et que les normes proposées seront bien reçues, voire adoptées par toutes les provinces et les sociétés de transports en commun. Plus le nombre de provinces représentées et participantes sera élevé, plus fortes seront les chances de faire adopter ces normes à la grandeur du pays, et mieux sera servie la cause de la sécurité des voyageurs âgés et handicapés du Canada.

Une fois adoptées, ces normes pourront servir de guide aux fabricants de produits nouveaux et constituer une importante contribution à l'élaboration d'une norme internationale par l'entremise de l'Organisation internationale de normalisation. Lorsque ces normes auront été publiées par l'ACNOR, il incombera aux provinces de les adopter et de les appliquer, ce qui, une fois réalisé, fera du Canada un chef de file dans ce domaine.

Contractant : Association canadienne de normalisation, Rexdale (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : novembre 1989 - mars 1992
Financement : PTPH 120 000 $
Numéro de projet : 7472
Numéro de dossier : 1450-103-92
Agent de projet : Barbara A. Smith

Essai dynamique des dispositifs d'ancrage de fauteuil roulant et d'immobilisation de leur occupant.

Système d'information des usagers du métro

Cette recherche vise à mettre au point un système de communication et d'information électronique, destiné aux personnes âgées ou souffrant d'un handicap visuel ou auditif qui utilisent le métro. Ce système intégré, à l'état de prototype, permet d'afficher les arrêts successifs, de diffuser des messages d'intérêt public, de donner des consignes en cas d'urgence et même de transmettre de la publicité.

Ce système a d'abord été étudié en fonction du métro de Montréal, mais il peut être adapté facilement à tous les autres modes de transport. Il fait appel à des écrans à diodes électroluminescentes à haute luminance pour l'affichage alphagraphique en trois couleurs, la gestion des messages se faisant à partir d'un poste central. Autre caractéristique, il permet de stocker sous forme numérique des messages sonores prêts à être émis en temps voulu.

La première phase de la recherche, c'est-à-dire l'étude de faisabilité, est maintenant achevée. Des essais ont été faits pour connaître la réaction des personnes âgées et des handicapés sensoriels, ainsi que d'un groupe témoin. Le contractant a également examiné le système sous l'angle ergonomique. Les résultats ont montré la faisabilité technique du système et suscité l'intérêt des personnes visées.

La phase suivante, en cours, consiste à réaliser un prototype pouvant être mis en service expérimental dans le métro de Montréal à l'été de 1991.

Contractant : Télécité Inc., Pointe-Claire (Québec)
Rapport : non accessible en raison des informations privilégiées qu'il renferme
Durée :
(Phase I) septembre 1989 - mars 1990
(Phase II) juin 1990 - décembre 1991
Financement :

PHASE I	
Télécité Inc.	150 000 $
PTPH	30 000 $
CDT	30 000 $
Total	210 000 $
PHASE II	
Télécité Inc.	400 000 $
PTPH	200 000 $
CDT	65 000 $
Ministère des Transports du Québec	42 500 $
Ville de Montréal	42 500 $
Total	750 000 $

Numéros de projet :
(Phase I) 7384, 7385
(Phase II) 7605, 7606
Numéro de dossier : 1450-103-71
Agent de projet : Trevor N. Smith

Rendu artistique du système d'information des usagers du métro sur le côté de la voiture.

Démonstration du système HandyLine

HandyLine est le nom donné au prototype d'un dispositif automatisé de renseignements téléphonés fondé sur le téléphone à touches et sur des circuits intégrés qui reproduisent la voix, permettant ainsi au public d'accéder à une base de données informatisée.

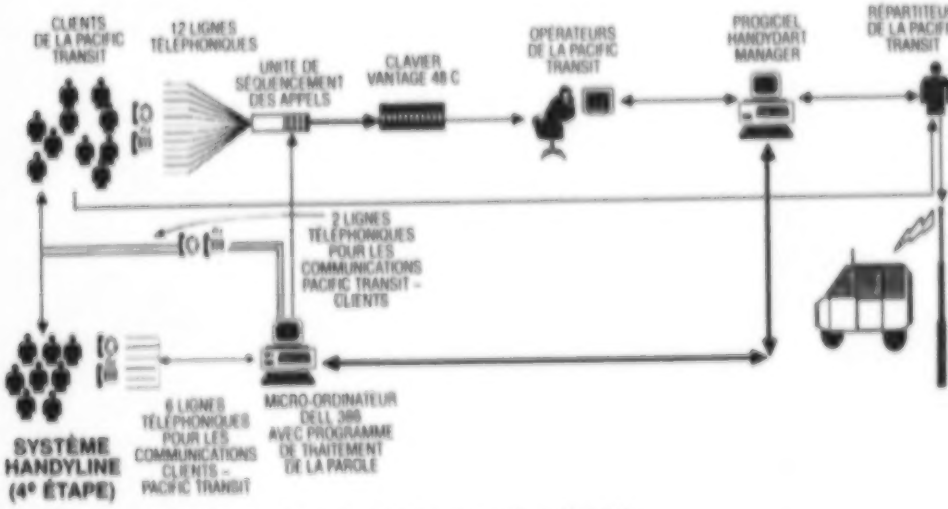
La recherche, dont le but était de connaître la réaction des usagers handicapés auxquels cette technologie s'adresse en particulier, a fait appel au système intégré d'information sur les transports (ITIS), réalisé par Oracle Communications Inc., de Burnaby (C.-B.), avec le concours financier du CDT. ITIS a déjà servi avec succès dans diverses autres applications telles que radiodiffusion de renseignements météorologiques, systèmes d'information pour aéroports et transports urbains (voir p. 104). Le système ITIS a été au préalable modifié pour l'adapter au système télématique de réservation utilisé par les services de transports adaptés.

Grâce à la télématique, ces derniers pourront réduire leur coût d'exploitation et offrir un service plus rapide du fait de l'automatisation des annonces et des réservations; ils seront également en mesure de lancer des rappels opportuns dans le but de diminuer le nombre de « défections » et réduire ainsi les temps d'attente. Quant aux usagers, il leur sera possible de réserver ou d'annuler une place sans avoir à passer par la téléphoniste.

Le système HandyLine peut aussi servir d'outil de gestion, dans la mesure où il fournit des statistiques sur le service, le nombre total d'appels reçus par catégorie de demande, par exemple.

L'évaluation de cette phase du service expérimental a montré que le système a été bien accueilli tant par les usagers que par les régulateurs.

Contractant : British Columbia Transit, Vancouver (Colombie-Britannique)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : janvier 1990 – janvier 1992
Financement : PTPH 182 145 $
Numéro de projet : 7400
Numéro de dossier : 1450-103-102
Agent de projet : Ling Suen



Configuration proposée pour la mise en service du système HandyLine.

Base de données sur les personnes âgées et handicapées du Canada

Cette étude vise la compilation d'une base de données nord-américaine exhaustive sur le transport des personnes à mobilité réduite. Faisant la synthèse du comportement socio-économique et des habitudes de déplacement des personnes âgées et handicapées du Canada, cette étude traite de répartitions géographiques, de types d'incapacité, d'habitudes de déplacement et de modes de transport, établit des comparaisons avec la population dans son ensemble et fait des projections sur l'évolution de la population handicapée.

L'étude a puisé la plupart de ses informations dans l'Enquête sur la santé et les limitations d'activités, menée par Statistique Canada à la suite du recensement de 1986, mais elle sera enrichie des données provenant de plusieurs autres enquêtes faites en Amérique du Nord au cours de la dernière décennie.

La base de données ainsi constituée sera diffusée, par l'entremise du CDT, auprès des milieux concernés : associations de consommateurs, organismes gouvernementaux, établissements de recherche et transporteurs, pour faciliter leur analyse des problèmes de transport causés par les divers types d'incapacité, les aider dans l'élaboration de politiques et, par là, relever l'accessibilité du réseau national de transport.

Enfin, à la lumière de l'étude de marché approfondie qui a été faite, des recommandations seront formulées en matière de R&D et de choix de politiques à l'intention des divers paliers de gouvernement.

Contractant : James F. Hickling Management Consultants Ltd., Ottawa (Ontario)
Rapport : aucun à ce jour
Durée : juillet 1988 - mars 1991
Financement :

PTPH	177 821 $
CDT	126 728 $
Total	304 549 $

Numéros de projet : 7045, 7233
Numéro de dossier : 1450-103-14
Agent de projet : Trevor N. Smith

Les chercheurs visent à constituer une base de données sur les services de transport pour les personnes âgées et handicapées du Canada.

Aides aux voyageurs malvoyants ou malentendants

L'accès des handicapés physiques aux différents moyens de transport a fait l'objet depuis quelques années d'une préoccupation grandissante. La preuve, l'argent et la recherche qui ont été consentis à l'élimination des barrières architecturales gênant la mobilité de ces personnes. Cependant, celles qui souffrent d'un handicap sensoriel n'ont pas bénéficié d'autant d'attention.

Deux études ont été lancées sur les voyageurs souffrant d'un handicap visuel ou auditif; et bien qu'elles aient été axées sur les installations terminales, les conclusions auxquelles elles ont abouti peuvent être généralisées.

La première étude, menée par l'Institut national canadien pour les aveugles, définit les différents handicaps visuels, explique les conséquences d'un handicap visuel sur la mobilité et décrit les diverses aides à la mobilité. Elle examine les normes en vigueur en matière d'accessibilité, analyse les critères généraux d'aménagement et formule des recommandations sur certains aménagements particuliers : intérieurs et extérieurs, entrées, escaliers, portes et ascenseurs.

La seconde étude, menée par la Société canadienne de l'ouïe, analyse le sort des voyageurs sourds ou malentendants dans les installations terminales : gares ferroviaires ou maritimes, terminus et aérogares. Le rapport de la Société préconise une normalisation de la signalisation, le développement des aides à la communication telles que Communicaid, Translaid et ITIS, financées par le CDT, et la standardisation des systèmes d'information et de communication dans les installations terminales. Il souligne l'importance d'une formation donnée au personnel des transporteurs, conçue pour le sensibiliser aux besoins de cette catégorie de voyageurs et lui permettre de mieux communiquer avec elle.

Ces deux études, largement diffusées auprès des milieux intéressés : ingénieurs, architectes et urbanistes, soulignent la nécessité de réduire de plus en plus les obstacles à la mobilité des voyageurs souffrant de handicaps visuels ou auditifs dans les installations terminales.

Contractant : Institut national canadien pour les aveugles, Toronto (Ontario)

Rapports :
TP 9048F, Étude sur l'adaptation des installations terminales de transport aux besoins des voyageurs aveugles ou malvoyants : lignes directrices d'aménagement, Institut national canadien pour les aveugles, 1987
TP 10067F, Lignes directrices visant la conception d'installations terminales de transport concernant les besoins des voyageurs aveugles ou malvoyants, Institut national canadien pour les aveugles, 1989

Durée : mai 1987 – janvier 1989

Financement : PTPH 44 726 $

Numéro de projet : 6867

Numéro de dossier : 1450-103-85

Agent de projet : John H. Morgan

Contractants : Société canadienne de l'ouïe et Société The Behavioural Team, Toronto (Ontario)

Rapport : TP 9830F, Le transport interurbain des voyageurs sourds ou malentendants : analyse de l'accessibilité actuelle, Société canadienne de l'ouïe et Société The Behavioural Team, 1990
(disponible sur bande sonore)

Durée : avril 1988 – avril 1990

Financement : PTPH 50 000 $

Numéro de projet : 7059

Numéro de dossier : 1450-103-91

Agents de projet :
John H. Morgan, Barbara A. Smith

Les recherches menées par le CDT visent à abattre les barrières architecturales gênant les handicapés visuels ou auditifs dans les installations terminales de transport.

Améliorer le sort des voyageurs souffrant d'un handicap cognitif

Cette étude analyse les difficultés que rencontrent les personnes souffrant d'incapacité cognitive ou de troubles émotifs lorsqu'elles empruntent les transports en commun. Il s'agit de la première tentative du CDT de cerner les besoins d'un groupe aussi peu homogène, menée par une équipe alliant des disciplines très diverses : psychologie appliquée, psychologie clinique / judiciaire, ergonomie, droit, travail social.

La recherche a débouché sur un glossaire des termes utilisés, une classification des désordres mentaux, une revue des questions juridiques en jeu, une analyse des données démographiques caractérisant le groupe cible et un sondage sur la demande de transports et sur les problèmes que les déplacements risquent de créer.

La recherche a montré que les personnes qui bénéficieraient le plus d'un accroissement de l'accessibilité des transports sont celles qui souffrent d'une incapacité modérée, et qu'il est possible de lutter contre certaines limitations grâce à une réadaptation sensorielle judicieuse. Ainsi, la personne qui a de la difficulté à lire pourrait apprendre à s'orienter en se guidant sur certains repères. Les problèmes les plus marquants ont été constatés d'abord dans les installations terminales et ensuite à bord des avions, des autocars et des trains.

La recherche souligne l'importance qu'il faut accorder à la formation du personnel, aux instructions et aux services spéciaux destinés aux usagers et à l'amélioration de l'information et des moyens d'affichage de celle-ci. Enfin, des recommandations sont formulées en ce qui concerne la poursuite de la recherche dans certains secteurs précis.

Contractant : Société The Behavioural Team, Toronto (Ontario)

Rapport : TP 10450F, Le vol 201 a été déplacé à la porte 102 : problématique du transport des personnes ayant des difficultés d'ordre cognitif ou émotionnel, 1990 *(disponible sur bande sonore)*

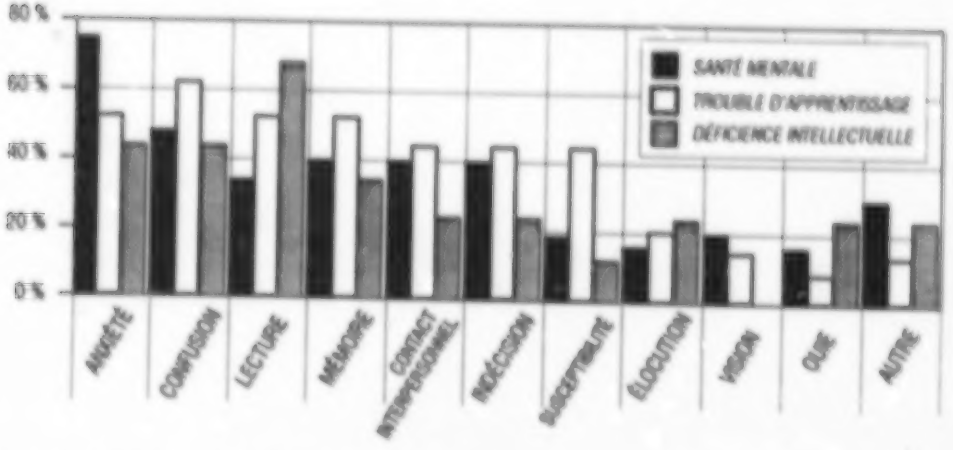
Durée : février 1989 – mai 1990

Financement : PTPH 57 000 $

Numéro de projet : 7175

Numéro de dossier : 1450-103-86

Agent de projet : Barbara A. Smith



Limitations fonctionnelles à l'origine des difficultés ressenties par les voyageurs souffrant d'incapacité cognitive.

Évaluation des systèmes d'information des voyageurs

L'information des voyageurs est une composante essentielle de tout service de transport. Le Canada a dépensé autour de 10 millions de dollars pour créer et lancer de nouveaux systèmes d'information et de communication aux voyageurs. S'il est vrai que le gouvernement et le secteur privé y ont consacré des ressources considérables, il n'en demeure pas moins que très peu de recherche a été faite jusqu'ici sur la convivialité et les incidences ergonomiques de ces nouvelles techniques d'information, et leur impact sur la fréquentation des moyens de transport. Par ailleurs, aucune étude n'a été faite sur les systèmes d'information dans l'optique de certains groupes à caractère particulier, tels les voyageurs handicapés.

Conscient de la nécessité de faire le point sur cette question, le CDT a commandé une étude visant à analyser la situation actuelle et à évaluer, sous la perspective ergonomique, l'efficacité des moyens d'information et de communication destinés aux voyageurs appartenant à des groupes particuliers.

Des séances de consultation ont été tenues avec quatre groupes de handicapés : handicapés moteurs, visuels, auditifs et cognitifs. Les chercheurs ont examiné les systèmes d'information existants, défini les besoins des voyageurs en la matière, cerné les lacunes et esquissé les possibilités d'amélioration de ces systèmes.

La recherche a mis en évidence plusieurs besoins à combler : fournir l'information sous plusieurs formes différentes, par exemple, affichage visuel des messages sonores; fournir l'information nécessaire aux voyageurs handicapés par des terminaux vidéo adaptés, des cartes de réseau, une signalisation appropriée, des repères d'orientation et de direction; former le personnel des transporteurs pour les mettre en mesure d'aider les voyageurs handicapés, notamment ceux qui voyagent avec un chien-guide ou en fauteuil roulant.

Contractant : TransVision Consultants Ltd., North Vancouver (Colombie-Britannique)

Rapport : TP 10023E, Ergonomic assessment of information and communication systems for travellers with disabilities, TransVision Consultants Ltd., 1989

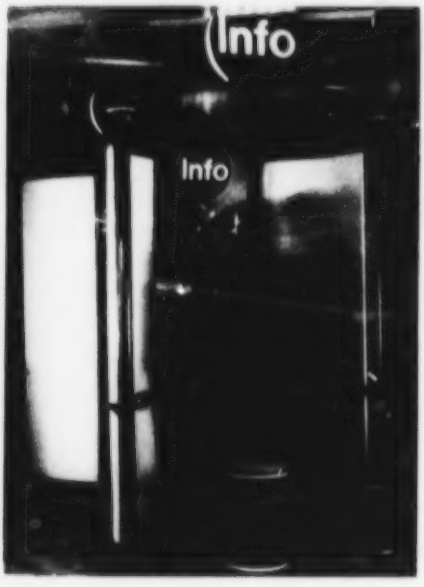
Durée : mai 1988 - novembre 1989

Financement : PTPH 59 800 $

Numéro de projet : 6989

Numéro de dossier : 1450-103-89

Agent de projet : Ling Suen



Kiosque d'information Communicaid à l'aéroport international de Vancouver.

LISTE DES RAPPORTS

LISTE DES RAPPORTS

Voici la liste des rapports publiés par le CDT depuis la précédente édition du répertoire; ces rapports peuvent être obtenus gratuitement jusqu'à épuisement des stocks.

Une liste annuelle des publications du Centre figure dans le document *Publications du CDT*, TP 2602, que l'on peut se procurer sur demande auprès du CDT.

Ces rapports sont aussi disponibles à la bibliothèque Judith-Nogrady du CDT, à Montréal, ou au Centre de documentation de Transports Canada, Édifice Transports Canada, 2e étage, Ottawa (Ontario) K1A 0N5.

Il est également possible de se procurer les rapports en photocopies ou sur microfiches (frais divers) en s'adressant à Micromedia Ltd., 165, rue Hôtel-de-Ville, Hull (Québec) J8X 3X2; tél. : 1 (800) 567-9669 (Maritimes, Ontario, Québec), 1 (800) 567-1914 (Provinces de l'Ouest); télécopieur : (819) 770-9265.

Transport maritime

Analysis of corrosion data to develop operational and engineering criteria for Arctic structures, volume I, T.G. Brown and V. Laskow, F.G. Bercha and Associates (Alberta) Ltd., April 1989. TP 9681E

Arctic marine radar development, phase I: selection of host marine radar, Charles Gautier, Canarctic Shipping Company Ltd., January 1990. TP 10105E

Arctic temperature & wind conditions related to ship-hull steel, J.B. Maxwell, Atmospheric Environment Service, Environment Canada, May 1989. TP 3702E

Conférence internationale sur la technologie du coussin d'air : 27-29 septembre 1988 — Compte rendu / Joint International Conference on Air Cushion Technology: September 27-29, 1988 — Proceedings, édité par / edited by T. Gillies, Communications Gillies Inc., janvier / January 1989. TP 8979

Déglaçage, exploitation par temps froid, véhicules / Icebreaking, cold weather operations, vehicles, communications reçues / collected papers, édité par / edited by M.J. Hinchey, Memorial University of Newfoundland, septembre / September 1989. TP 8979

Design and application of strakes on a Canadian Coast Guard ship, John E. Carter, Kristi Maritime Inc., September 1990. TP 10553E

Design, construction and testing of an Arctic survival sled, R.A. Dick and M. Kalisiak, Melville Shipping Ltd., September 1988. TP 9466E

Desserte maritime de l'archipel de Montmagny, P.E. Barbeau, Navtech Inc. et le Conseil économique de la Côte-du-Sud, juin 1990. TP 10375F

Development and evaluation of a shipboard integrated navigation and display system, Offshore Systems Ltd., November 1988. TP 9696E

Development of a level change system for federally subsidized vessels, phase 1: problem definition/ concept development, A.J. Coppens, D. Vandam, and P. Belloni, W.R. Davis Engineering Ltd.; R. Rutherford and G. Paterson, German and Milne; and F. Ginpil, Humantech Inc., May 1990. TP 10376E

Development of a procedure for predicting propeller-ice interaction forces, M.W. Chernuka, R.P. Jategaonkar, M.E. Norwood, et al., Martec Ltd., May 1989. TP 9850E

Development of a research plan for the full-scale testing, data analysis, and modeling of the propulsion train of a class IV icebreaker with nozzle propellers, D.N. Bruce Cowper, Fleet Technology Ltd., June 1989. TP 8015E

Development of a system of computer models for the design and evaluation of ice class shafting and propeller systems, D.N. Bruce Cowper and Arthur Karton, Fleet Technology Ltd., January 1989. TP 9647E

Development of Canadian and international manoeuvring standards, S. Lantos and A. Kendrick, German & Milne Inc., January 1989. TP9551E

Effect of parallel midbody on the resistance of ships in level ice, D.N. Baker, R.A. Dick, and R.B. Paterson, Melville Shipping Ltd., March 1988. TP 9242E

Evaluation of a simplified ridge modelling method, two volumes, G. Comfort and R. Abdelnour, Fleet Technology Ltd., May 1990. TP 10202E

Experimentation with various methods of de-icing and anti-icing for ships, R.A. Dick and M. Kalisiak, Melville Shipping Ltd., September 1989. TP 9948E

Feasibility of using segmentation techniques for the enhancement of marine radar images as encountered in ice infested waters, Fayçal Kahloun and Ajit Nilakantan, Cimmetry Systems Inc., July 1989. TP 9832E

Field evaluation of TDC/INTERA Marine-Vue upgrades, Robert Gorman, Canarctic Shipping Company Ltd., March 1989. TP 9780E

Full-scale tests on the response of ice strengthened propeller blades to ice loads, P.A. Spencer and Vlodek Laskow, two volumes, Geotechnical Resources Ltd., March 1989. TP 9668E

Functional specifications for second-generation ice navigation system, Charles Gautier and Robert Gorman, Canarctic Shipping Company Ltd., July 1990. TP 10565E

Further development of shipboard fibre optic standards, J.S. Mayich, Focal Technologies Inc., September 1989. TP 10026E

Helicopter radar report, R.T. Lowry, Intera Technologies Ltd., September 1990. TP 10498E

Icebreaker design synthesis analysis of contemporary icebreaker performance, A.J. Keinonen, R.P. Browne, and C. Revill, Arno Keinonen Arctic Consulting Inc., September 1989. TP 9992E

Icebreaker midbody resistance, phase II: beam variation, D. Baker and C. Mulder, Melville Shipping Ltd., January 1990. TP 10161E

Icebreaking, cold weather operations, vehicles / Déglaçage, exploitation par temps froid, véhicules, collected papers / communications reçues, edited by / édité par M.J. Hinchey, Memorial University of Newfoundland, September / septembre 1989. TP 8979

Ice flow and blockage investigation of shrouded propellers, V. Laskow, Arctic Research and Development Ltd., December 1988. TP 9640E

Ice propeller interaction forces, two volumes, A.J. Keinonen and R.P. Browne, Arno Keinonen Arctic Consulting Inc., April 1990. TP 10401E

Ice strength indexer, phase III, D.N. Baker, Melville Shipping Ltd., March 1990. TP 10486E

Joint International Conference on Air Cushion Technology: September 27-29, 1988 – Proceedings / Conférence internationale sur la technologie du coussin d'air : 27-29 septembre 1988 – Compte rendu, edited by / édité par T. Gillies, Communications Gillies Inc., January / janvier 1989. TP 8979

Modification and testing of a segmented model of an icebreaker to evaluate ice resistance mathematical models, I.F. Glen, R. Abdelnour, and M. Steele, Fleet Technology Ltd., March 1989. TP 9849E

Nav-Ice/Marine-Vue integration, R.T. Lowry, J.G. McAvoy, Intera Technologies Ltd., March 1989. TP 10032E

Organisation temporelle du travail sur les navires de la Garde côtière canadienne : impacts physiologiques et psychologiques, René Boulard, Marie-Alice Telle-Lamberton et Michel Vézina, GIROSST, septembre 1989. TP 10048F

Parametric study of icebreaking bow forms, Donald Carter, Donald Carter & Associates, March 1990. TP 10193E

Precise radar integrated navigation system (NAVFIX) for coastal and inshore navigation, R.G. Lyall and H.H. Lanziner, Offshore Systems Ltd., December 1988. TP 9728E

PRICI – an analytical propeller/ice interaction model, D.N. Baker, Melville Shipping Ltd. and V. Laskow, Arctic Research and Development Ltd., July 1990. TP 10634E

Radar data gathering on M.V. *Arctic*, Charles Gautier, Canarctic Shipping Company Ltd., February 1990. TP 10156E

Results of comparative model tests with a conceptual hull form and the original R-class icebreaker, Donald Carter, Donald Carter & Associates, November 1990. TP 10617E

Search and rescue experiment to derive leeway and drift rates for common search and rescue objects, Notre Dame Bay, Newfoundland, summer 1989, Reg Fitzgerald, John Russell, and Don Bryant, Nordco Ltd., March 1990. TP 10221E

Search and rescue target detection experiment – Canso Bank, 1987, B.R. Dawe, D. Finlayson, and D. Bryant, Nordco Ltd., September 1988. TP 9475E

Search and rescue target detection experiment – Canso Bank, 1988, B.R. Dawe, D. Bryant, and D. Finlayson, Nordco Ltd., October 1989. TP 10078E

SINSS ice navigation console, phase II: console implementation and bridge upgrade, Charles Gautier, Canarctic Shipping Company Ltd., November 1989. TP 10044E

Ship structures research in Canada: the development of a practical program and management approach, I. F. Glen, May 1990. TP 10456E

Star-Vue interactive assistance, J.G. McAvoy, Intera Technologies Ltd., March 1990. TP 10406E

Study on hull corrosion and coatings, B.H. Levelton, B.H. Levelton & Associates Ltd., October 1988. TP 9493E

Verification through field measurements of the extent of reduction in icebreaking resistance for icebreaking strakes, D.N. Bruce Cowper and Ron Ritch, Fleet Technology Ltd., August 1990. TP 10554E

Work scheduling on Canadian Coast Guard ships: physiological and psychological impacts, René Boulard, Marie-Alice Telle-Lamberton, and Michel Vézina, GIROSST, September 1989. TP 10048E

Transport aérien

An airspace design system using a graphics workstation: the pilot project, Lily Lam and Denis Leclerc, Virtual Prototypes Inc., September 1988. TP 9601E

Analysis of runway roughness, David K. Hein and Michael H. MacKay, John Emery Geotechnical Engineering Ltd., March 1989. TP 9718E

Application of linear induction motor in-track technology at airports, G.L. Allen, S. Beninger, and D.N. Ference, UTDC Inc., April 1989. TP 10195E

A computer-assisted X-ray screening system, T. Feather, A. Lee-Kwen, L. Guan, et al., Array Systems Computing Inc., and M. Macecek and D. Allan, Techno-Scientific Inc., July 1990. TP 10065E

Conférence internationale sur la technologie du coussin d'air : 27-29 septembre 1988 – Compte rendu / Joint International Conference on Air Cushion Technology: September 27-29, 1988 – Proceedings, édité par / edited by T. Gillies, Communications Gillies Inc., janvier / January 1989. TP 8979

CORES: air traffic conflict resolution system, I.G. Smith, C.A. Crabb, G.R. Ram, et al., CompEngServ Ltd., October 1989. TP 9990E

Design of an automatic passenger counting/tracking system for airports, Pierre Chénier and Michel Barré, DTI Télécom Inc., March 1989. TP 9646E

Development of an operations simulator for evaluation of ATCS modules, G.W. English, Canadian Institute of Guided Ground Transport, Queen's University, October 1988. TP 9540E

Développement d'un système expert pour les prévisions météorologiques des aéroports, Yves Chartier, Michel Desmarais, Peter Zwack, et al., Centre de recherche informatique de Montréal, février 1990. TP 10204F

Ergonomically designed workstation for training of electronic systems maintenance technicians, two volumes, John Spacek, Michael Gurstein, Jean-Marc Robert, et al., Sypher:Mueller International Inc., June 1988. TP 8742E

Feasibility of using satellite imagery in ADES, J.A. Ostrowski and D.N.H. Horler, Horler Information Inc., September 1990. TP 10651E

Feasibility study of a wind shear/microburst detection, analysis, and advance warning system for Canadian airports, Geoff Austin, Douglas Ballantyne, and Karl Snider, MacDonald Dettwiler and Associates Ltd., March 1989. TP 9602E

Fibre optic aircraft fuel gauge, J.W. Snow, S.H. Woodside, and P.D. Colbourne, Focal Technologies Inc., January 1990. TP 10196E

Guide d'utilisation du système expert en résolution des problèmes de brouillage électromagnétique, B.A. Bowen et J.E. Bowen, CompEngServ Ltd., mars 1988. TP 9132F

Helicopter radar report, R.T. Lowry, Intera Technologies Ltd., September 1990. TP 10498E

A human factors evaluation of the transcribed weather broadcast system, Ulrika Wallersteiner, Ergo Systems Canada Inc., April 1989. TP 9840E

Human performance factors in aviation, Diane A. Klassen, Transportation Development Centre, December 1989. TP 10071E

Investigation of calcium magnesium acetate (CMA) and sodium formate (NaFo) for use as a de-icer at Transport Canada airports, G.B. Hamilton, W.M. Miner, and A. Hira, Sypher:Mueller International Inc., January 1989. TP 9717E

Joint International Conference on Air Cushion Technology: September 27-29, 1988 – Proceedings / Conférence internationale sur la technologie du coussin d'air : 27-29 septembre 1988 – Compte rendu, edited by / édité par T. Gillies, Communications Gillies Inc., January / janvier 1989. TP 8979

The management of airport noise, D. Gillen and T. Levesque, DWG Research Associates, July 1990. TP 10118E

The management of airport noise: project summary and guidelines for managers, D. Gillen, T. Levesque, and T.N. Smith, DWG Research Associates, August 1990. TP 10529E

Nacelle aerodynamics research / Recherche sur l'aérodynamique des nacelles de moteur, N.C. Davenport, Pratt and Whitney Canada Inc., December / décembre 1986. TP 9019

Pemberton MLS/STOL flight demonstration project, Wayne McNeal, McNeal & Associates Consultants Ltd. for Air BC, December 1988. TP 8017E

Phase centre determination of MLS antenna systems, phase I, H. Moheb, A. Helaly, A. Sebak, et al., University of Manitoba, June 1990. TP 10517E

Proceedings of the seminar on small airplane crashworthiness research and development, edited by Robin Lee Monroe, Sypher:Mueller International Inc., October 1988. TP 9599E

Proposed modification to lithium battery test specifications: a report presented to ICAO October 1989, G.W. Allvey, Electrochemical Science and Technology Centre, University of Ottawa, January 1990. TP 10135E

Radionavigation/location requirements for surface users in Canada: present and future, J. Rostenne and David Deziel, Thompson-Hickling Aviation Inc., November 1989. TP 9452E

Recherche sur l'aérodynamique des nacelles de moteur / Nacelle aerodynamics research, N.C. Davenport, Pratt et Whitney Canada Inc., décembre / December 1986. TP 9019

The regulatory and economic impact of mandatory requirements for shoulder harnesses in small commercial aeroplanes and commercial helicopters, R.L. Monroe, W.M. McLeish, D. Biggs, et al., Sypher:Mueller International Inc., July 1990. TP 10525E

Report on feasibility study of potential approaches to upgrade existing emergency locator transmitters (ELT), A.S. Armstrong and N. Shafey, Leigh Instruments Ltd., August 1989. TP 9287E

System definition for convertible enroute/precision distance measuring equipment, M.J. Jervis, Raytheon Canada Ltd., December 1988. TP 9165E

The use of colour on air traffic control displays, Peggy Campbell, Robert White, and Arthur Hamilton, Thompson-Hickling Aviation Inc., November 1990. TP 10532E

Wind shear feasibility study, Ivor C. Barnard, Spar Aerospace Ltd., March 1989. TP 9658E

Transport routier

Acoustic emission testing of compressed gas tube trailers, D. Robert Hay, Tektrend International Inc., May 1990. TP 9876E

Air quality in intercity coaches, Pierre de Gagné, Ed Sloot, and Marilyn Eaman, Deloan Corporation in association with TES Ltd. and Concord Scientific Corporation, June 1990. TP 10521E

Bombardier single-cylinder medium-speed research engine and test facility – phase IV: development of L.O.E. engine and turbocharger rig, M.L. Payne and L. Propetto, Bombardier Inc., June 1989. TP 9775E

Caisse de métro de type grand gabarit : étude conceptuelle, phase I, André G. Fontaine, Bombardier Inc., mars 1988. TP 9056F

Canadian strategic highway research program – C-SHRP: 1988-89 progress report, Gregory J. Williams, Roads and Transportation Association of Canada, March 1989. TP 9759E

Case studies on air system improvements for intercity buses, Pierre de Gagné, Ed Sloot, and Marilyn Eaman, DeLuc in association with TES Ltd. and Concord Scientific Corporation, June 1990. TP 10648E

Conférence internationale sur la technologie du coussin d'air : 27-29 septembre 1988 – Compte rendu / Joint International Conference on Air Cushion Technology: September 27-29, 1988 – Proceedings, édité par / edited by T. Gillies, Communications Gillies Inc., janvier / January 1989. TP 8979

La consommation d'énergie des véhicules routiers lourds : mesure directe sur route des paramètres et étude de leurs interrelations, D.A. Ljubic, J. Nader, et Y. Provencher, Institut canadien de recherches en génie forestier, avril 1989. TP 9716F

Créneaux de recherche et de développement pour l'avancement des technologies de transport routier de marchandises, Sesto Vespa et Phillip Toogood, Centre de développement des transports, mars 1989. TP 9473F

Déglaçage, exploitation par temps froid, véhicules / Icebreaking, cold weather operations, vehicles, communications reçues / collected papers, édité par / edited by M.J. Hinchey, Memorial University of Newfoundland, septembre / September 1989. TP 8979

Development and demonstration of a low cost weigh-in-motion scale system for highway applications, Les Routledge, Terry Bergan, and Brian Taylor, International Road Dynamics Inc., May 1989. TP 9477E

Development of an anti-jackknifing system for tractor semitrailers: feasibility study, phase 1, Suanne L. Dorion, Henry E. Vietinghoff, and James G. Pickard, TES Ltd., June 1989. TP 9963E

Development of an anti-jackknifing system for tractor semitrailers: feasibility study, phase 1, stage 2, Suanne L. Dorion and James G. Pickard, TES Ltd., May 1990. TP 10474E

Development of non-destructive testing methods for proving and re-testing low pressure, fibre reinforced plastic highway tankers, P. Ouellette, S.V. Hoa, and L. Li, Concordia University, June 1989. TP 9748E

Développement de la motoneige arctique : recherche sur des matériaux légers pour la suspension et la flottabilité, Peter Poole, Nunasi Corporation, juillet 1988. TP 9168F (Publié également en inuktituk, TP 9168I)

Energy consumption of heavy road vehicles: field parameter measurements and cross-impact analysis, D.A. Ljubic, J. Nader, and Y. Provencher, Forest Engineering Research Institute of Canada, April 1989. TP 10081E

Evaluation of two station-based boarding systems for intercity buses, Michael D. O'Riain, The Rehabilitation Centre and University of Ottawa, October 1990. TP 9967E

Fabrication and testing of a superconducting coil: Phase 3 of the Maglev development program, A.A. Fife, S. Lee, and M. Tillotson, CTF Systems Inc., March 1989. TP 9779E

Feasibility study of applying multiplexing technology to intercity coaches, volume I, Jim Petersen and Ed Paryzek, Manitoba Research Council, October 1990. TP 10522E

Feasibility study on a freeway traffic management system for the Montreal region, SNC/DeLuC, March 1988. TP 8955E

Guidelines for controlling snowdrifting on Canadian highways / Propositions pour le contrôle de l'enneigement des autoroutes canadiennes, H.A. Baker and/et C.J. Williams, Rowan Williams Davies & Irwin Inc., March/mars 1990. TP 9937

Icebreaking, cold weather operations, vehicles / Déglaçage, exploitation par temps froid, véhicules, collected papers / communications reçues, edited by /édité par M.J. Hinchey, Memorial University of Newfoundland, September / septembre 1989. TP 8979

Joint International Conference on Air Cushion Technology: September 27-29, 1988 – Proceedings / Conférence internationale sur la technologie du coussin d'air : 27-29 septembre 1988 – Compte rendu, edited by / édité par T. Gillies, Communications Gillies Inc., January / janvier 1989. TP 8979

Mobile information systems impact study, Jouko A. Parviainen, Robert L. French, and Helmut T. Zwahlen, Parviainen & Associates, August 1988. TP 9360E

Niveaux de vibrations à l'interface conducteur-siège / Ride vibration levels at the driver-seat interface, S. Sankar, A.K.W. Ahmed, S. Rakheja, et al., Université Concordia / Concordia University, juin / June 1988. TP 8990

An overview of available and developing highway vehicle electronic technologies, Jouko A. Parviainen, John L. Webster, Alison M. Smiley, et al., Parviainen & Associates, October 1990. TP 10473E

Potential impact on Canada of proposed new ISO standards for large international freight containers, Fred P. Nix, Queen's University, January 1990. TP 10192E

Propositions pour le contrôle de l'enneigement des autoroutes canadiennes/Guidelines for controlling snowdrifting on Canadian highways, H.A. Baker et/and C.J. Williams, Rowan Williams Davies & Irwin Inc., mars/March 1990. TP 9937

Research and development opportunities for advancing freight transport technologies, Sesto Vespa and Phillip Toogood, Transportation Development Centre, March 1989. TP 9473E

Research study of highway snowdrifting, Harry A. Baker and C.J. Williams, Rowan Williams Davies & Irwin Inc., March 1990. TP 10129E

Ride vibration levels at the driver-seat interface / Niveaux de vibrations à l'interface conducteur-siège, S. Sankar, A.K.W. Ahmed, S. Rakheja, et al., Concordia University / Université Concordia, June / juin 1988. TP 8990

Transport ferroviaire

Advanced train control systems: a selective bibliography / Systèmes d'automatisation de la marche des trains : bibliographie sélective, Kenneth Hancock, Conrad Houghton, and/et Dorothy Rogers, Lapp-Hancock Associates Ltd., December / décembre 1990. TP 9615

ALRT impact assessment: Baseline travel survey, R. Glover, B.C. Transit, and D. Peterson, Greater Vancouver Regional District, December 1987. TP 8983E

Analysis of rail track structure (ARTS), user's manual, third edition, G.P. Raymond, Canadian Institute of Guided Ground Transport, Queen's University, August 1988. TP 9517E

Control coding systems for mobile communications with applications to advanced train control systems (ATCS) and other UHF/VHF mobile systems, volume 1, V.K. Bhargava, T. Le-Ngoc, Y.R. Shayan, et al., Binary Communications Inc., January 1989. TP 9596E

The development of bearing capacity design charts for track systems, Pamela J. Sattler and D.G. Fredlund, University of Saskatchewan, October 1988. TP 9521E

The development of bearing capacity design charts for track systems, summary report, Pamela J. Sattler and D.G. Fredlund, University of Saskatchewan, October 1988. TP 9522E

Development of an enforced stop algorithm for train applications: phase I results, G.W. English, Canadian Institute of Guided Ground Transport, Queen's University, June 1989. TP 9940E

Development of an in-field automatic crack detection system for railroad wheels, phase 1: automatic wheel defect detection technologies assessment, J.L. Allard and F.W. Eyre, SNC Inc., November 1988. TP 9542E

Development of a real-time digital train dynamics simulation computer program, K.J. Rod Mathewson, Dynamic Sciences Ltd., May 1990. TP 10427E

Dual-fuel locomotive program: program definition and preliminary investigation, M.L. Payne, Bombardier Inc., September 1988. TP 9022E

Étude d'impact des SATLR : base de comparaison, R. Glover, B.C. Transit, et D. Peterson, District régional de Vancouver, décembre 1987. TP 8984F

Feasibility study of utilizing a synchronized laser scanner for rail inspection, G. Izbensky, CP Rail, February 1990. TP 10215E

Geotrack and geoplot, stress, bearing and compare (subgrade stress analysis and bearing capacity), user's manual, second edition, Pamela J. Sattler, D.G. Fredlund, and V.V. Nels, University of Saskatchewan, March 1990. TP 9523E

Laboratory research analysis and testing of austenitic manganese steels for railway applications, W.B.F. Mackay and R.W. Smith, Queen's University, March 1988. TP 8888E

Low-friction snow plow evaluation, G.J. Clouston, G.W. English, and J.D. Young, Canadian Institute of Guided Ground Transport, Queen's University, September 1988. TP 9516E

NRC B-2400 single cylinder research engine test facility: dynamometer system upgrade, B.W. Moyes, H. Rook, M. O'Brien, et al., National Research Council Canada, May 1989. TP 9871E

Potential impact on Canada of proposed new ISO standards for large international freight containers, Fred P. Nix, Queen's University, January 1990. TP 10192E

Rail transport of coal: a selective bibliography / Transport du charbon par chemins de fer : bibliographie sélective, R.G. Maughan, Maughan Railway Consulting Services Inc., July/juillet 1989. TP 9966

Railway linehaul energy intensity: development of an enhanced train-handling module for the AAR train energy model, J.D. Young, H. Boumeester, J.C. Michaud, et al., Queen's University, March 1990. TP 8677E

Railway signal enforcement system, phase I: development, volume 1, John E. Warner and Robert W. Tiernay, Signalcom Canada Corporation, February 1990. TP 10218E

Rail wear measurement, W. Ament, BC Rail Ltd., June 1989. TP 9907E

Rationalization study of the Quebec North Shore railways, CPCS Ltd. with CANAC Consultants, Rousseau, Sauvé, Warren and Associates, and M.J. Elbrond, December 1987. TP 9873E

Review of Operation Lifesaver program, J. Molnar and S. Eshani, Government Consulting Group, June 1990. TP 10377E

Subgrade design model extension, Pamela J. Sattler, D.G. Fredlund, and V.V. Nels, University of Saskatchewan, March 1990. TP 10217E

Systèmes d'automatisation de la marche des trains : bibliographie sélective / Advanced train control systems: a selective bibliography, Kenneth Hancock, Conrad Houghton et/and Dorothy Rogers, Lapp-Hancock Associates Ltd., décembre / December 1990. TP 9615

Tank thermal response analysis, phase II: numerical modeling of a tank car under fire conditions, P.R. Wentzell, A.C.M. Sousa, and J.E.S. Venart, Fire Science Centre, University of New Brunswick, January 1989. TP 8421E

Transport du charbon par chemins de fer : bibliographie sélective / Rail transport of coal: a selective bibliography, R.G. Maughan, Maughan Railway Consulting Services Inc., juillet/July 1989. TP 9966

Video-recorded driver behaviour at railway crossings: approach speeds and critical incidents, Gerald J.S. Wilde, Michael C. Hay, and José N. Brites, Canadian Institute of Guided Ground Transport, Queen's University, December 1987. TP 9014E

Transport multimodal

Design guidelines for meeting the access needs of blind and visually impaired travellers in transportation terminals, Cheryl Richesin, Gerrard Grace, Mark Iantkow, et al., the Canadian National Institute for the Blind, December 1989. TP 10067E

Development of a portable communicator/translator prototype, U. Rutenberg, Rutenberg Design Inc., July 1990. TP 10556E

Ergonomic assessment of information and communication systems for travellers with disabilities, Tom Geehan and Ulrika Wallersteiner, TransVision Consultants Ltd. and Ergo Systems Canada Inc. in association with the Canadian Association of Disability Communicators, October 1989. TP 10023E

Flight 201 has been moved to gate 102: challenges experienced by travellers with cognitive or emotional disabilities, Paul McInerney, Ben Barkow, Shari Stein, et al., The Behavioural Team, June 1990. TP 10450E (available on audiotape)

Intercity travel and the deaf and hard of hearing traveller: analysis of the current state of accessibility, Margaret E. FitzPatrick, Ben Barkow, and Joan Beattie, The Canadian Hearing Society and The Behavioural Team, September 1989. TP 9839E (available on audio tape)

Lignes directrices visant la conception d'installations terminales de transport concernant les besoins des voyageurs aveugles ou malvoyants, Cheryl Richesin, Gerrard Grace, Mark Iantkow et al., Institut national canadien pour les aveugles, décembre 1989. TP 10067F

Le transport interurbain des voyageurs sourds ou malentendants : analyse de l'accessibilité actuelle, Margaret E. FitzPatrick, Ben Barkow et Joan Beattie, la Société canadienne de l'ouïe et la Société Behavioural Team, mars 1990. TP 9839F (disponible sur bande sonore)

Le vol 201 a été déplacé à la porte 102 : problématique du transport des personnes ayant des difficultés d'ordre cognitif ou émotionnel, Paul McInerney, Ben Barkow, Shari Stein et al., The Behavioural Team, juin 1990. TP 10450F (disponible sur bande sonore)

Accessibilité des transports

Accessibility of small aircraft to disabled travellers: preliminary design study, Brian Guthrie and Peggy Campbell, James F. Hickling Management Consultants Ltd., and Michel Gravel, Delcan Corporation, in association with Geoff Fernie, Centre for Studies in Aging / Sunnybrook Health Services Inc., December 1988. TP 9566E

Design guidelines for meeting the access needs of blind and visually impaired travellers in transportation terminals, Cheryl Richesin, Gerrard Grace, Mark Iantkow, et al., the Canadian National Institute for the Blind, December 1989. TP 10067E

Development of a standard interface concept for securing wheelchairs in accessible vehicles, L.A. Garland, S.L. Dorion, and H.E. Vietinghoff, TES Ltd., with Heron Ergonomics, Centre for Studies on Aging, and Sypher Mueller International Inc., January 1989. TP 9734E

Development of a wheelchair securement system for vans and small buses, Laurin A. Garland and Suanne L. Dorion, TES Ltd., with Rutenberg Design Inc., Delcan Corporation, and Sypher Mueller International Inc., February 1989. TP 9758E

Development of an automobile simulator for the assessment and training of disabled drivers, J. Svoboda, E. Cavazzoni, R. Taraschi, et al., Concordia University, October 1989. TP 9913E

Development of a level change system for federally subsidized vessels, phase 1: problem definition/ concept development, A.J. Coppens, D. Vandam, and P. Belloni, W.R. Davis Engineering Ltd.; R. Rutherford and G. Paterson, German and Milne; and F. Ginpil, Humantech Inc., May 1990. TP 10376E

Development of a portable communicator/translator prototype, U. Rutenberg, Rutenberg Design Inc., July 1990. TP 10556E

Edmonton brokerage demonstration project: final evaluation report, Donald L. Grimble and Douglas Langille, The City of Edmonton Transportation Department, Louis G. Grimble Professional Engineer Ltd., in association with Manop Services Ltd., September 1987. TP 8331E

Elderly and disabled drivers licensing procedures, U. Rutenberg, W.G. Atkinson, Rutenberg Design Inc. and MANOP Services Ltd., March 1990. TP 10212E

Ergonomic assessment of information and communication systems for travellers with disabilities, Tom Geehan and Ulrika Wallersteiner, TransVision Consultants Ltd. and Ergo Systems Canada Inc. in association with the Canadian Association of Disability Communicators, October 1989. TP 10023E

Étude sur l'adaptation des installations terminales de transport aux besoins des aveugles ou malvoyants : lignes directrices d'aménagement, Cheryl Richesin, Gerrard Grace, Mark Iantkow, et al., Institut national canadien pour les aveugles, décembre 1987. TP 9048F

Evaluation of two station-based boarding systems for intercity buses, Michael D. O'Riain, The Rehabilitation Centre and University of Ottawa, October 1990. TP 9967E

Exploitation expérimentale du système informatisé de régulation : courtage des services de transport adapté à Vancouver, Tom Geehan, TransVision Consultants Ltd., mars 1987. TP 7655F

Flight 201 has been moved to gate 102: challenges experienced by travellers with cognitive or emotional disabilities, Paul McInerney, Ben Barkow, Shari Stein, et al., The Behavioural Team, June 1990. TP 10450E (available on audiotape)

Intercity travel and the deaf and hard of hearing traveller: analysis of the current state of accessibility, Margaret E. FitzPatrick, Ben Barkow, and Joan Beattie, The Canadian Hearing Society and The Behavioural Team, September 1989. TP 9839E (available on audiotape)

Lignes directrices visant la conception d'installations terminales de transport concernant les besoins des voyageurs aveugles ou malvoyants, Cheryl Richesin, Gerrard Grace, Mark Iantkow et al., Institut national canadien pour les aveugles, décembre 1989. TP 10067F

Parking for disabled persons: a review of current Canadian policies and programs, M.A. Gravel and G. Kent, Delcan Corporation, June 1990. TP 10413E

Le transport interurbain des voyageurs sourds ou malentendants : analyse de l'accessibilité actuelle, Margaret E. FitzPatrick, Ben Barkow et Joan Beattie, la Société canadienne de l'ouïe et la Société Behavioural Team, mars 1990. TP 9839F (disponible sur bande sonore)

Le vol 201 a été déplacé à la porte 102 : problématique du transport des personnes ayant des difficultés d'ordre cognitif ou émotionnel, Paul McInerney, Ben Barkow, Shari Stein et al., The Behavioural Team, juin 1990. TP 10450F (disponible sur bande sonore)

Général

Electrical power sources inventory for Transport Canada, W.A. Adams and Gibs S. Song, Electrochemical Science and Technology Centre, University of Ottawa, December 1988. TP 9456E

Electronic systems in transportation: Proceedings of the Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, September 17-20, 1989 / Systèmes électroniques en transport : compte rendu du Congrès canadien en génie électrique et informatique, 17-20 septembre 1989, edited by / édité par Micha Avni, Transportation Development Centre / Centre de développement des transports, 1989. TP 9983

Energy R&D program: published reports / Programme de R&D énergétiques : rapports publiés, Transportation Development Centre / Centre de développement des transports, September / septembre 1989. TP 9985

Plan d'action du CDT 1990-1991 à 1992-1993 / TDC operational plan 1990-91 to 1992-93, Centre de développement des transports / Transportation Development Centre, juillet / July 1990. TP 5474

Programme de R&D énergétiques : rapports publiés / Energy R&D program: published reports, Centre de développement des transports / Transportation Development Centre, septembre / September 1989. TP 9985

Publications du CDT / TDC publications, Centre de développement des transports / Transportation Development Centre, décembre / December 1990. TP 2602

Revue annuelle du CDT 1989-1990 / TDC annual review 1989-1990, Centre de développement des transports / Transportation Development Centre, 1990. TP 3230

Systèmes électroniques en transport : compte rendu du Congrès canadien en génie électrique et informatique, 17-20 septembre 1989 / Electronic systems in transportation: Proceedings of the Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, September 17-20, 1989, édité par / edited by Micha Avni, Centre de développement des transports / Transportation Development Centre, 1989. TP 9983

TDC annual review 1989-1990 / Revue annuelle du CDT 1989-1990, Transportation Development Centre / Centre de développement des transports, 1990. TP 3230

TDC operational plan 1990-91 to 1992-93 / Plan d'action du CDT 1990-1991 à 1992-1993, Transportation Development Centre / Centre de développement des transports, July / juillet 1990. TP 5474

TDC publications / Publications du CDT, Transportation Development Centre / Centre de développement des transports, December / décembre 1990. TP 2602